

Sistem Pendeteksi Tingkat Kesuburan Tanah untuk Menentukan Tingkat Perbandingan Penggunaan Pupuk Organik dan Anorganik pada Lahan Pertanian Menggunakan Arduino



SKRIPSI

*Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Mencapai Gelar
Sarjana Komputer pada Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*

Oleh :

IWAN

60200111042

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) ALAUDDIN
MAKASSAR**

2016

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Iwan

NIM : 60200111042

Jurusan : Teknik Informatika

Judul Skripsi : Sistem Pendeteksi Tingkat Kesuburan Tanah untuk Menentukan Tingkat Perbandingan Penggunaan Pupuk Organik dan Anorganik Pada Lahan Pertanian Menggunakan Arduino.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai ketentuan yang berlaku.

Makassar, 30 November 2016

Penyusun,

IWAN
NIM : 60200111042

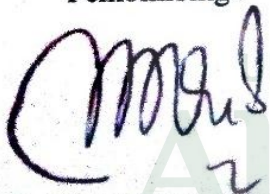
PERSETUJUAN PEMBIMBING

Pembimbing penulisan skripsi saudara **Iwan**, NIM : **60200111042**, mahasiswa Jurusan Teknik Informatika pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar, setelah dengan seksama meneliti dan mengoreksi skripsi yang bersangkutan dengan judul, **“Sistem Pendeteksi Tingkat Kesuburan Tanah untuk Menentukan Tingkat Perbandingan Penggunaan Pupuk Organik dan Anorganik pada Lahan Pertanian Menggunakan Arduino”**, memandang bahwa skripsi tersebut telah memenuhi syarat-syarat ilmiah dan dapat disetujui untuk diajukan ke sidang *Munaqasyah*.

Demikian persetujuan ini diberikan untuk proses selanjutnya.

Makassar, 30 November 2016

Pembimbing I



Mega OrinaFitri, S.T., M.T

Nip: 19760926 200801 2 009

Pembimbing II



Nur Affi, S.T., M.T





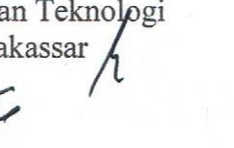
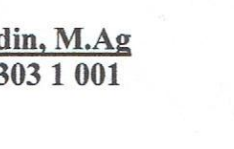

Nip: 19811024 200912 1 003

PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul, **“Sistem Pendeteksi Tingkat Kesuburan Tanah untuk Menentukan Tingkat Perbandingan Penggunaan Pupuk Organik dan Anorganik pada Lahan Pertanian Menggunakan Arduino”**, yang disusun oleh Saudara Iwan, NIM : 60200111042, Mahasiswa Jurusan Teknik Informatika pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam sidang Munaqasyah yang diselenggarakan pada hari Selasa 06 Desember 2016 M dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer dalam Jurusan Teknik Informatika dengan beberapa perbaikan.

Makassar, 30 Januari 2017 M
1438 H

DEWAN PENGUJI:

- | | | | |
|-------------------|---|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Ketua | : | Dr. M. Thahir Maloko, M.Hi. | () |
| 2. Sekretaris | : | A. Muhammad Syafar, S.T., M.T | () |
| 3. Munaqasyah I | : | Faisal Akib, S.Kom., M.Kom | () |
| 4. Munaqasyah II | : | Faisal, S.T., M.T | () |
| 5. Munaqasyah III | : | Dr. Anwar Sadat, M.Ag | () |
| 6. Pembimbing I | : | Mega Orina Fitri, S.T., M.T. | () |
| 7. Pembimbing II | : | Nur Afif, S.T., M.T. | () |

Diketahui oleh :
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar

Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag
NIP. 19691205 199303 1 001

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Sistem Pendeteksi Tingkat Kesuburan Tanah untuk Menentukan Tingkat Perbandingan Penggunaan Pupuk Organik dan Anorganik pada Lahan Pertanian Menggunakan Arduino”**, ini sebagai salah satu syarat meraih gelar kesarjanaan pada Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.

Selama proses perancangan sistem, penelitian, hingga penyusunan skripsi ini, penulis merasakan banyak hambatan dan kesulitan yang kadang membuat penulis hampir berputus asa. Namun berkat tekad dan kerja keras penulis serta dorongan dan bimbingan dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini walaupun dalam bentuk yang sangat sederhana.

Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ayahanda Addin dan Ibunda Husnaeni, atas segala doa, motivasi, dan pengorbanan yang dilakukan selama mendampingi penulis dalam penyelesaian skripsi ini. Tak akan pernah cukup kata untuk mengungkapkan rasa terima kasih Ananda buat ayahanda dan ibunda tercinta.

2. Bapak Prof. Dr. H. Musafir Pababbari, M.Si. selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.
3. Bapak Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag. Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.
4. Bapak Faisal, S.T.,M.T, dan Ibu Mega Orina Fitri, S.T.,M.T, masing-masing selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Informatika.
5. Ibu Mega Orina Fitri, S.T.,M.T selaku Pembimbing I dan Bapak Nur Afif, S.T.,M.T, selaku Pembimbing II yang telah membimbing dan membantu penulis untuk mengembangkan pemikiran dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.
6. Bapak Faisal Akib, S.Kom.,M.Kom. selaku Ketua Jurusan Sistem Informasi sekaligus sebagai penguji I, Bapak Faisal S.T.,M.T selaku Penguji II, dan Bapak Dr. Anwar Sadat, M.Ag selaku Penguji III dalam penyelesaian penyusunan skripsi ini.
7. Dosen, Staf, dan Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar yang telah banyak memberikan sumbangsih baik tenaga maupun pikiran.
8. Teman-temanASC11 sesama pejuang Teknik Informatika yang telah menjadi saudara seperjuangan menjalani suka dan duka bersama dalam menempuh pendidikan di kampus ini.

Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Seiring dengan itu pula penulis menghaturkan permohonan maaf kepada semua pihak, apabila selama proses penyusunan skripsi ini ada tutur kata tak terjaga, perilaku, dan karakter penulis yang tak terkontrol, yang tidak berkenan di hati Bapak, Ibu, dan

seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, mohon kiranya dimaafkan karena penulis adalah manusia biasa yang tidak pernah luput dari kesalahan dan kekhilafan.

Akhir kalimat, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua terlebih lagi kepada penulis sebagai penyusun.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Makassar, 30 November 2016

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	iii
PENGESAHAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
ABSTRAK	xiii
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	6
C. Fokus Penelitian dan Deskripsi Fokus.....	6
D. Kajian Pustaka / Peneliti Terdahulu.....	9
E. Tujuan Penelitian	11
F. Kegunaan Penelitian	12
 BAB II TINJAUAN TEORITIS	
A. Tinjauan Teoritis.....	13
B. Daftar Simbol.....	33

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian	36
B. Pendekatan Penelitian	37
C. Sumber Data	37
D. Metode Pengumpulan Data.....	37
E. Instrumen Penelitian	37
F. Teknik Pengolahan dan Analisis Data	38
G. Metode Perancangan Aplikasi	39
H. Teknik Pengujian Sistem	40
I. Perancangan Tabel Uji.....	42

BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

A. Analisis Sistem yang Sedang Berjalan	45
B. Analisis Sistem yang Diusulkan	46
C. Perancangan Sistem	49

BAB V IMPLEMENTASI DAN ANALISIS HASIL

A. Implementasi.....	57
B. Hasil Pengujian Sistem	63

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	74
B. Saran	74

DAFTAR PUSTAKA	76
----------------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Rekomendasi Pemupukan Tanah Sawah	29
Tabel II.2	Daftar Simbol <i>Flowmap</i> Diagram.....	33
Tabel II.3	Daftar Simbol <i>Use Case</i> Diagram	34
Tabel III.1	Rancang Tabel Pengujian <i>White Box</i>	42
Tabel III.2	Rancang Tabel Pengujian Alat	43
Tabel III.3	Rancang Tabel Pengujian Aplikasi.....	43
Tabel III.4	Rancang Tabel Pengujian Sistem	44
Tabel V.1	Tabel Reakpitulasi Hasil Pengujian <i>White Box</i>	69
Tabel V.2	Tabel Pengujian Alat.....	70
Tabel V.3	Tabel Pengujian Aplikasi.....	70
Tabel V.4	Tabel Pengujian Sistem.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar III.1	Metode <i>WaterFall</i>	39
Gambar IV.1	<i>Flowmap</i> Diagram yang Sedang Berjalan.....	45
Gambar IV.2	<i>Flowmap</i> Diagram yang Diusulkan	39
Gambar IV.3	<i>Diagram Blok</i> Sistem Pendeteksi Kesuburan Tanah	50
Gambar IV.4	Desain Alat.....	51
Gambar IV.5	<i>Flowchart</i> Alur Sistem.....	52
Gambar IV.6	<i>Use Case</i> Diagram.....	53
Gambar IV.7	Struktur Navigasi	54
Gambar IV.8	Desain Antarmuka Aplikasi	54
Gambar IV.9	Desain Keseluruhan Sistem.....	56
Gambar V.1	Tampilan Antarmuka Sistem.....	57
Gambar V.2	Tampilan Konektifitas.....	58
Gambar V.3	Tampilan Indikator Koneksi	58
Gambar V.4	Antarmuka Rekomendasi Penggunaan Pupuk	59
Gambar V.5	Antarmka Menu	60
Gambar V.6	Antarmuka Bantuan	60

Gambar V.7	Antarmuka Tentang.....	61
Gambar V.8	Antarmuka Keluar di Menu	61
Gambar V.9	Antarmuka Keluar di Menu Utama.....	62
Gambar V.10	Alat dengan <i>Casing</i>	63
Gambar V.11	Alat dengan <i>Casing</i> Terbuka.....	63
Gambar V.12	<i>Flowchart</i> dan <i>Flowgraph</i> Alat Kesuburan Tanah	66
Gambar V.13	<i>Flowchart</i> dan <i>Flowgraph</i> Aplikasi	67
Gambar V.14	<i>Flowchart</i> dan <i>Flowgraph</i> Menu	68
Gambar V.15	Diagram Pengujian Kelayakan Aplikasi	72

ABSTRAK

Judul : Sistem Pendeteksi Tingkat Kesuburan Tanah untuk Menentukan Tingkat Perbandingan Penggunaan Pupuk Organik dan Anorganik Pada Lahan Pertanian Menggunakan Arduino

Nama Penulis : IWAN

Pembimbing : 1. Mega Orina Fitri, S.T.,M.T
2. Nur Afif, S.T.,M.T

Masalah yang melatar belakangi penelitian ini adalah penurunan kualitas lahan pertanian saat ini akibat dari kecenderungan para petani menggunakan pupuk anorganik secara terus menerus dengan dosis yang tinggi, sehingga ketergantungan terhadap penggunaan pupuk kimia semakin meningkat yang dapat berpengaruh negatif terhadap lingkungan dan menurunkan kesuburan tanah, upaya yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan pupuk organik yang secara perlahan memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat sistem pendeteksi kesuburan tanah untuk menentukan perbandingan penggunaan pupuk organik dan anorganik pada lahan pertanian menggunakan Arduino, sehingga para petani dapat mengetahui tingkat kesuburan lahan pertaniannya tersebut agar dapat menentukan jumlah pemberian pupuk organik dan anorganik.

Dalam melakukan penelitian ini, jenis penelitian yang digunakan adalah *desain and creations*. Sistem ini berjalan pada perangkat *smartphone* berbasis Android yang dirancang dengan menggunakan bahasa pemrograman Arduino dan *App Inventor*. Pemodelannya menggunakan *flowchart* dan diuji dengan metode pengujian *whitebox*, *blackbox* dan pengujian kelayakan sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini dapat berfungsi dengan baik, baik dari segi logika maupun fungsi sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa dalam perancangan sistem ini dengan tujuan untuk menentukan perbandingan penggunaan pupuk organik dan anorganik pada lahan pertanian sudah tercapai.

Kata kunci : Kesuburan Tanah, Pupuk Organik dan Anorganik, Arduino.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Indonesia sebagai negara agraris memiliki potensi yang besar sekali dalam bidang pertanian menjadikan negara Indonesia memiliki peluang yang besar bagi kemajuan agroindustri. Pada masa pemerintahan Orde Baru pada tahun 1980 pemerintah menganjurkan para petani agar menanam padi dengan pemakaian bibit impor, pupuk kimia, dll. Indonesia berjaya saat itu sempat mengalami swasembada beras terbesar di dunia pada tahun 1984. Namun pada tahun 1990-an, petani mulai kewalahan menghadapi kesuburan tanah yang semakin merosot, ketergantungan terhadap pemakaian pupuk kimia (anorganik) yang makin meningkat.

Menurut (Adiningsihdkk,1989), 85% dari total kebutuhan pupuk disektor pertanian, digunakan petani untuk meningkatkan produksi padi di lahan pertanian. Pupuk anorganik secara temporer telah meningkatkan hasil pertanian, tetapi keuntungan hasil panen akhirnya berkurang banyak dengan adanya penggunaan pupuk ini karena adanya sesuatu yang timbul akibat adanya degradasi (pencemaran) lingkungan pada lahan pertanian. Penurunan kualitas lahan pertanian merupakan salah satu permasalahan yang dihadapi dalam pembangunan pertanian diIndonesia(Altieri,2000).

Masalahnya adalah penggunaan pupuk kimiawi secara terus menerus pada dosis tinggi dapat berpengaruh negatif terhadap lingkungan, dan menurunkan

tingkat efisiensi penggunaannya (Juliardi,1995) dan menurut Havlin *et all*(2005) kesuburan tanah akan semakin menurun akibat penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus dan menyebabkan rusaknya sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Sebagaimana disebutkan di dalam QS Al-A'raaf / 7:58 yang berbunyi:

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَالَّذِي خَبُثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًا ۚ كَذَلِكَ
نُصَرِّفُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ

Terjemahnya:

Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur.(Departemen Agama, 2006)

Menurut tafsir Ibnu Katsir bahwa, tanah yang baik akan menumbuhkan tumbuh-tumbuhan dengan cepat dan baik. Dan tanah yang tidak subur menurut muahid dan ulama lainnya mengatakan, seperti misalnya, tanah yang berair (lembab serta asin) dan lain sebagainya. Ali bin Abi Thalhah mengatakan dari Ibnu ‘Abbas mengenai ayat tersebut: “bahwa hal ini merupakan perumpamaan yang disebutkan Allah swt. bagi orang mukmin dan orang kafir. (Al-Sheikh, 2003). Dalam ayat ini Allah swt. memerintahkan kita untuk mendayagunakan tanah/lahan pertanian, karena didalam tanah yang baik dengan izin allah akan tumbuh tanaman dengan subur. sebaliknya dalam keadaan tanah yang buruk tanaman akan menjadi merana karena kandungan organik di dalamnya tidak di kelola secara benar. begitulah Allah swt. menunjukkan kebesarannya.

Di dalam Al-Quran juga menyebutkan Allah swt. melarang manusia membuat kerusakan di bumi setelah Allah memperbaikinya. Seperti yang terkandung dalam QS Al-A'raaf / 7 : 56 yang berbunyi :

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ
رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

Terjemahnya:

Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdo'alah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik. (Departemen Agama, 2006)

Bumi sebagai tempat tinggal dan tempat hidup manusia dan makhluk Allah swt. lainnya. Sebagai makhluk ciptaan Allah swt. ada larangan berbuat kerusakan di muka bumi dengan memperturutkan hawa nafsu, sesudah Allah swt. memperbaikinya bumi itu. Jiwa yang tunduk merendahkan diri dengan suara lirih kepada zat yang maha dekat lagi mengabulkan doa, tidak akan melakukan pelanggaran dan membuat kerusakan di muka bumi sesudah Allah swt. memperbaikinya. Hanya saja ada sebagian kaum yang berbuat kerusakan di muka bumi, mereka tidak hanya merusak sesuatu yang berupa materi atau benda saja, melainkan juga berupa sikap, perbuatan tercela atau maksiat serta perbuatan jahiliyah lainnya. (Qutbh, 2010).

Al-Qur'an menjelaskan bahwa hanya orang yang berakallah yang dapat menerima pelajaran dan. Sebagaimana firman Allah swt. dalam QS Az Zumar / 39 : 9 yang berbunyi:

قُلْ هَلْ يَسْتَوِي الَّذِينَ يَعْلَمُونَ وَالَّذِينَ لَا يَعْلَمُونَ ۚ إِنَّمَا يَتَذَكَّرُ أُولُو الْأَلْبَابِ

Terjemahnya:

Katakanlah: "Adakah sama orang-orang yang mengetahui dengan orang-orang yang tidak mengetahui?" Sesungguhnya orang yang berakallah yang dapat menerima pelajaran. (Departemen Agama, 2006)

Berdasarkan ayat diatas tafsir Ibnu Katsir menyatakan bahwa, apakah orang ini sama dengan orang yang menjadikan tandingan-tandingan bagi Allah swt. untuk menyesatkan (manusia) dari jalannya. Sesungguhnya yang mengetahui perbedaan antara orang ini dengan orang itu hanyalah yang memiliki inti pemikiran yaitu akal. (Al-Sheikh, 2004)

Dengan adanya ilmu pengetahuan dan teknologi di harapkan mampu meningkatkan kesejahteraan masyarakat petani tanpa harus mengurangi kualitas lahan pertanian. Dengan adanya ilmu pengetahuan yang dimiliki oleh manusia maka teknologi akan semakin maju dan dapat meringankan pekerjaan manusia, semenjak teknologi itu digunakan dengan benar. Dan dengan adanya ilmu pengetahuan manusia akan lebih mudah terhindar dari adanya dampak-dampak negatif teknologi.

Berdasarkan permasalahan ini, maka diperlukan solusi untuk mengurangi pemakaian pupuk kimia (anorganik), upaya yang dapat di lakukan oleh para petani adalah dengan menggunakan pupuk organik sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu solusi pengganti pupuk kimia (anorganik). Bahan organik memiliki peran penting dalam menentukan kemampuan tanah untuk mendukung tanaman. Bahan

organik tanah merupakan salah satu bahan pembentuk agregat tanah, yang mempunyai peran sebagai bahan perekat antar partikel tanah (Lestari, 2009).

Pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya berasal dari bahan-bahan organik. Pupuk organik dapat memperbaiki sifat fisik tanah, diantaranya memperbaiki struktur tanah, menaikkan daya resap tanah terhadap air, menaikkan kondisi kehidupan didalam tanah dan ketahanan terhadap erosi. Selain itu pupuk organik juga memperbaiki kehidupan biologi tanah dan menambah unsur hara dari proses mineralisasi humus (Setyamidjaja, 1986).

Perkembangan teknologi saat ini mengalami kemajuan yang cukup pesat. Tidak terkecuali pada teknologi *mobile* yaitu *smartphone*. Pada awalnya penggunaan telepon genggam hanya sebatas sarana komunikasi, pada beberapa tahun terakhir mengalami perubahan yang disebabkan fitur-fitur yang mendukung yang disediakan oleh *smartphone* berbasis Android. *smartphone* berbasis Android bersifat *open source* sehingga muncul banyak pengembang aplikasi yang memanfaatkan fitur-fitur dari *smartphone* berbasis Android ini sehingga mampu berkomunikasi dengan perangkat lain melalui jaringan luar (*internet*) atau melalui komunikasi nirkabel (melalui *bluetooth* atau inframerah).

Selain perkembangan teknologi di bidang *mobile* juga berkembang di bidang alat elektronik salah satunya Arduino. Arduino merupakan sebuah mikrokontroller *single-board* yang bersifat *open source*. Arduino dirancang sedemikian rupa sehingga mempermudah para penggunanya di bidang elektronika. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah C/C++, dalam sebuah mikrokontroler Arduino dapat pula

ditanamkan berbagai macam *library* maupun metode selama kapasitas memori dari sebuah mikrokontroler mencukupi.

Dengan hadirnya teknologi di atas, maka akan dirancang sebuah alat untuk mendeteksi tingkat kesuburan tanah agar mencapai keseimbangan hara sesuai kebutuhan tanaman padi pada lahan pertanian dengan metode pemberian pupuk organik anorganik sesuai kondisi lahan pertanian saat itu. Dengan adanya sistem tersebut diharapkan mampumengatasi permasalahan yang ada di lahan pertanian saat ini yakni mengenai tingkat kesuburan tanah sehingga jumlah kebutuhan tanaman padi pada unsur hara dapat terpenuhi.

B. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan diatas, maka pokok permasalahan yang dihadapi adalah "Bagaimana merancang dan membuat sistem pendeteksi kesuburan tanah untuk menentukan perbandingan penggunaan pupuk organik dan pupuk anorganik pada lahan pertanian dengan menggunakan Arduino" ?

C. Fokus Penelitian dan Deskripsi Fokus

Dalam penyusunan tugas akhir ini perlu adanya pembahasan yang terbatas sehingga permasalahan tidak melebar. Adapun fokus penelitian dalam penelitian ini adalah :

1. Sistem pendeteksi tingkat kesuburan tanah ini akan mendeteksi tingkat kesuburan lahan pertanian.

2. Sistem ini berfungsi untuk menentukan perbandingan penggunaan pupuk organik dan anorganik.
3. Sistem ini menggunakan Arduino Nano sebagai alat untuk menghubungkan alat pengukur kesuburan tanah dengan *smartphone* Android.
4. Sistem ini terintegrasi dengan aplikasi yang berjalan pada *smartphone* berbasis Android dengan *minimum* Versi 4.0 (*ICS: Ice Cream Sandwich*)
5. Sistem ini melakukan pengecekan dengan menggunakan *probe* dari alat pengukur kesuburan tanah ETP 303
6. Sistem ini menggunakan koneksi *Bluetooth* sebagai media transfer yang terpasang pada alat Arduino.
7. Sistem ini nantinya digunakan para petani untuk mengecek kesuburan lahan pertanian.

Sedangkan untuk mempermudah pemahaman dan memberikan gambaran serta menyamakan persepsi antara penulis dan pembaca, maka dikemukakan penjelasan yang sesuai dengan variabel dalam penelitian ini. Adapun deskripsi fokus dalam penelitian adalah:

1. Sistem pendeteksi kesuburan tanah ini akan menunjukkan status suatu tanah agar memasok unsur – unsur essensial dalam jumlah yang mencukupi untuk kelangsungan hidup tanaman pada lahan pertanian terutama tanaman padi. Unsur – unsur yang diperlukan bagi pertumbuhan tanaman secara optimal terdiri dari Kadar *Nitrogen*, *Fosfor* dan *Kalium* atau biasa disebut unsur hara makro tanah yang dapat mempengaruhi kesuburan tanah.

2. Sistem ini akan memberikan rekomendasi jumlah penggunaan pupuk anorganik dan organik pada lahan pertanian yang dideteksi. Pupuk anorganik dikenal mudah larut dan mudah hilang dalam tanah, sehingga dapat menimbulkan degradasi lingkungan pada lahan pertanian. Sedangkan pupuk organik berbahan dasar dari alam dan tidak menggunakan bahan kimia sintesis, Pupuk organik bertujuan untuk memperbaiki struktur tanah, mengembalikan kesuburan tanah, menjaga kontaminasi kimia, melestarikan alam dan menjaga keseimbangan ekosistem.
3. Arduino Nano akan digunakan sebagai alat *mikrokontroler* yang akan digunakan untuk menghubungkan alat pendeteksi kesuburan tanah dengan *smartphone* Android. Penulis menggunakan Arduino Nano karena menggunakan bahasa pemrograman C yang telah dimodifikasi dan sudah ditanamkan programmer *bootloader* yang berfungsi untuk menyambatkan antara *software compiler Arduino* dengan *mikrokontroler*. Selain dari itu Arduino juga membuka semua sourcenya mulai dari diagram rangkaian, jalur PCB, *software compiler*, dan *bootloadernya*.
4. Sistem ini menggunakan *smartphone* Android karena *smartphone* berbasis Android bersifat *open source* sehingga muncul banyak pengembang aplikasi yang memanfaatkan fitur-fitur dari *smartphone* berbasis Android ini sehingga mampu berkomunikasi dengan perangkat lain melalui jaringan nirkabel (*Bluetooth* dan Infra merah). Pada sistem ini juga menggunakan menggunakan aplikasi Android versi *minimum* Versi 4.0 (*ICS: Ice Cream Sandwich*) karena

dengan menggunakan versi ini sistem dapat berjalan pada smartphone yang memiliki versi yang lebih rendah sehingga target penggunaan aplikasi ini menjadi banyak.

5. Sistem ini menggunakan alat pengukur kesuburan tanah ETP 303 sebagai alat bantu untuk menganalisis tingkat kesuburan lahan pertanian dengan menggunakan probe yang ada pada alat pengukur kesuburan ini.
6. Sistem ini akan menggunakan jaringan *Bluetooth* karena pada sistem ini jarak antara alat mikrokontroler dengan *smartphone* Android sangat pendek sehingga untuk mengirim file/paket penulis menggunakan jaringan *Bluetooth* karena dengan menggunakan *Bluetooth* biaya yang dikeluarkan relatif lebih rendah.
7. Sistem ini digunakan oleh para petani untuk mengecek kesuburan lahan pertanian untuk memperoleh rekomendasi penggunaan pupuk organik dan anorganik.

D. Kajian Pustaka / Penelitian Terdahulu

Sebagai bahan pertimbangan yang bertujuan untuk membedakan antara penelitian ini dan penelitian sebelumnya, sehingga memperkuat bahwasanya penelitian ini adalah penelitian asli. Beberapa contoh penelitian yang bisa dijadikan pembanding sehingga judul penelitian ini di angkat, antara lain sebagai berikut.

Penelitian dengan judul “Segmentasi Unsur Hara Makro Primer Pada Tumbuhan Kedelai Berdasarkan Pola Daun dengan Metode K-Means”. Yang dilakukan oleh Panduka Eka Wahyuda pada tahun 2012. Pada penelitian tersebut

mendeteksi kekurangan unsur hara dengan menggunakan teknik *clustering* dengan algoritma K-Means pada tumbuhan kedelai dengan melihat ciri – ciri pada daun kedelai.

Persamaan penelitian tersebut diatas dengan penelitian ini adalah untuk mendeteksi kandungan hara tanah atau biasa disebut tingkat kesuburan pada tanah. Sedangkan perbedaan penelitian ini dengan penelitian tersebut, penelitian tersebut diatas cara pendeteksiannya dengan menggunakan teknik *clustering* dengan algoritma K-Means dengan cara melihat ciri – ciri pada daun tumbuhan kedelai, sedangkan penelitian ini cara pendeteksiannya yaitu dengan menggunakan alat pendeksi tingkat kesuburan tanah yaitu alat pengukur kesuburan tanah yang terhubung dengan Arduino sehingga dapat memberikan keterangan mengenai jumlah penggunaan pupuk organik dengan anorganik sesuai kondisi tanah saat itu pada *Smartphone* Android melalui jaringan *bluetooth*.

Kemudian penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Pauline Rahmiati, Ginanjar Firdaus, dan Nugraha Fathorrahman pada tahun 2014 dengan judul “Implementasi Sistem *Bluetooth* Menggunakan Android dan Arduino untuk Kendali Peralatan Elektronik”. Pada penelitian tersebut *smartphone* Android dijadikan sebagai *remote* kontrol untuk peralatan elektronika dengan menggunakan jaringan *bluetooth*.

Persamaan dengan penelitian tersebut dengan penelitian ini yakni alat yang digunakan yaitu Arduino dan *smartphone* Android serta pengiriman datanya menggunakan jaringan *bluetooth*. Sedangkan perbedaannya dengan penelitian

tersebut dengan penelitian ini dilihat dari fungsi dan kegunaan yang berbeda, penelitian tersebut diatas dapat mengontrol peralatan elektronik yang saling terhubung menggunakan Arduino dan *smartphone* Android melalui jaringan *bluetooth*, sedangkan penelitian ini yakni mendeteksi tingkat kesuburan tanah untuk menentukan penggunaan pupuk organik dan anorganik pada lahan pertanian menggunakan Arduino dan *smartphone* Android melalui jaringan *bluetooth*.

Penelitian selanjutnya dengan judul "Sistem Kendali *Aeromodelling* (Helikopter RC) Berkamera Pemantau Melalui Komputer Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO Atmega328". Yang dilakukan oleh Fadhil Muhajir pada tahun 2012. Sistem tersebut dapat mengendalikan helikopter RC untuk memantau aktifitas dari suatu situasi atau keadaan dari kejauhan.

Persamaan sistem tersebut dengan sistem yang penulis buat yaitu mikrokontroler yang digunakan sama dengan penelitian yang dilakukan penulis yaitu menggunakan mikrokontroler Arduino. Sedangkan perbedaannya yaitu sistem tersebut diatas mengendalikan helikopter RC dengan menggunakan jaringan wireless dan interface yang digunakan yaitu komputer yang terhubung dengan mikrokontroler Arduino, sedangkan penelitian ini mengecek tingkat kesuburan tanah dengan menggunakan alat pengukur kesuburan tanah yang di hubungkan dengan Arduino dan interface yang digunakan yaitu *smartphone* android.

E. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat sistem pendeteksi kesuburan tanah untuk menentukan perbandingan penggunaan pupuk organik dan

anorganik pada lahan pertanian menggunakan Arduino, sehingga para petani dapat mengetahui tingkat kesuburan lahan pertaniannya tersebut agar dapat menentukan jumlah pemberian pupuk organik dan anorganik.

F. Kegunaan Penelitian

Kegunaan penelitian terbagi atas 2 yaitu kegunaan secara teoritis dan kegunaan secara praktis:

1. Kegunaan secara teoritis

Secara teoritis, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi dunia akademik, khususnya untuk kemajuan wawasan keilmuan teknologi informasi untuk pengembangan pada masa yang akan datang.

2. Kegunaan secara praktis

Secara praktis, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu para petani terutama untuk mengetahui tingkat kesuburan tanah pada lahan pertanian sehingga dalam penentuan jumlah pupuk pada musim tanam sesuai dengan kebutuhan tanaman padi.

BAB II

TINJAUAN TEORITIS

A. Tinjauan Teoritis

1. Sistem

Sistem adalah setiap sesuatu yang terdiri dari obyek-obyek, atau komponen-komponen yang berkaitan, tertata dan saling berhubungan satu sama lain sedemikian rupa sehingga unsur-unsur tersebut menjadi satu kesatuan dari pemrosesan atau pengolahan data tertentu. Menurut Lukas dalam buku Sistem Informasi Manajemen menyatakan bahwa: “Sistem adalah kumpulan atau himpunan dari unsur, komponen, atau variabel-variabel yang terorganisir, saling berinteraksi, saling tergantung satu sama lain dan terpadu” (Wahyudi dan Subandu, 2001).

Sistem adalah suatu jaringan kerja dari prosedur-prosedur yang saling berhubungan, berkumpul bersama-sama untuk melakukan suatu kegiatan atau untuk menyelesaikan suatu sasaran yang tertentu (Jogiyanto, 2001). Dari pengertian dan pernyataan di atas dapat disimpulkan bahwa “Sistem adalah mengandung arti kumpulan, unsur atau komponen yang saling berhubungan satu sama lain secara teratur dan merupakan satu kesatuan yang saling ketergantungan untuk mencapai suatu tujuan”. Konsep dasar sistem adalah suatu kumpulan atau himpunan dari unsur, komponen atau variabel-variabel yang terorganisasi, saling berinteraksi, saling tergantung satu sama lain dan terpadu. (Sutarbi, 2004). Terdapat dua kelompok pendekatan didalam mendefinisikan sistem yang menekankan pada prosedurnya dan yang menekankan pada komponen atau elemennya, yaitu (Jogiyanto, 2001) :

- a. Pendekatan sistem yang lebih menekankan pada prosedur mendefinisikan sistem sebagai suatu jaringan kerja yang dari prosedur-prosedur yang saling berhubungan, berkumpul bersama-sama untuk melakukan suatu kegiatan atau untuk menyelesaikan suatu sasaran yang tertentu.
- b. Pendekatan sistem yang lebih menekankan pada elemen atau komponennya. Mendefinisikan sistem sebagai suatu kumpulan dari elemen-elemen yang berinteraksi untuk mencapai suatu tujuan tertentu.

2. Lahan Pertanian

a. Fungsi Lahan Pertanian

Lahan pertanian mempunyai fungsi yang beragam (multifungsi). Multifungsi pertanian merupakan suatu konsep yang menjabarkan berbagai fungsi eksternal pertanian selain fungsi utamanya sebagai penghasil pangan dan serat atau barang yang tampak nyata dan dapat dipasarkan (Umar, 2006). Sebagaimana dalam hadits Nabi Muhammad saw. Dijelaskan.

مَا مِنْ مُسْلِمٍ يَغْرِسُ غَرْسًا أَوْ يَزْرَعُ زَرْعًا فَيَأْكُلُ مِنْهُ طَيْرٌ أَوْ إِنْسَانٌ أَوْ
بَهِيمَةٌ إِلَّا كَانَ لَهُ بِهِ صَدَقَةٌ

Artinya

Tidaklah seorang muslim menanam tanaman, kemudian tanaman itu dimakan oleh burung, manusia, ataupun hewan, kecuali baginya dengan tanaman itu adalah sedekah. (HR. al-Bukhari dan Muslim dari Anas)

Dalam hadits tersebut diatas menjelaskan bahwa lahan itu ditanami dan di ambil manfaatnya atau hasilnya dan apabila hasil tanaman itu dimakan oleh burung, manusia

dan hewan itu merupakan sedekah baginya. Secara umum (Agus *et al.*, 2004) menjabarkan lahan pertanian mempunyai fungsi-fungsi sebagai berikut:

1) Ketahanan pangan

Beras merupakan komoditas pangan strategis masyarakat Indonesia. Luas panen, produksi serta produktivitas padi sawah semakin meningkat dari tahun 2006 hingga 2010 dengan laju peningkatan produksi sekitar 5 persen per tahun lahan pertanian merupakan penyumbang beras sekitar 80 persen total kebutuhan beras nasional. Namun beberapa tahun terakhir terdapat kecenderungan peningkatan konversi lahan pertanian menjadi lahan non pertanian. Konversi lahan juga menyebabkan hilangnya berbagai multifungsi pertanian lainnya, terutama fungsi lingkungan (Agus *et al.*, 2004).

2) Penyedia unsur hara tanaman

Salah satu sifat intrinsik lingkungan lahan sawah adalah kemampuannya untuk memasok unsur-unsur hara seperti basa-basa (K, Ca, dan Mg), dan silika (Si) yang terlarut dalam air irigasi. Jumlah unsur yang dibawa melalui air irigasi untuk Ca dan Mg seringkali melebihi jumlah yang dibutuhkan tanaman, dan untuk K dan Si, memenuhi sebagian besar kebutuhan tanaman. Lahan sawah juga mampu memasok unsur nitrogen melalui dekomposisi bahan organik tanah dan fiksasi melalui proses biologi tanah. Jumlah N yang dapat dijerap melalui fiksasi bisa mencapai 30-40 kg / ha / musim tanam. Jumlah ini mampu mendukung produksi padi sebanyak 1,5 - 2 t / ha.

Penurunan kualitas lahan pertanian merupakan salah satu permasalahan yang dihadapi dalam pembangunan pertanian di Indonesia. Sedangkan kebutuhan produksi

pangan semakin meningkat setiap harinya seiring dengan bertambahnya penduduk di Indonesia. Degradasi tanah merupakan salah satu penyebab rendahnya produktifitas di Indonesia. Menurut (Havlin *et al*, 2005) kesuburan tanah akan semakin menurun akibat penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus dan menyebabkan rusaknya sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Keadaan ini diperparah dengan banyaknya petani yang menggunakan pupuk kimia secara berkelanjutan. Oleh karena itu, diperlukan suatu usaha untuk memenuhi kesejahteraan masyarakat petani tanpa harus mengurangi kualitas lahan pertanian.

b. Karakteristik Kesuburan Tanah

Kesuburan tanah adalah sebagai status suatu tanah yang menunjukkan kapasitas untuk memasok unsur – unsur essensial dalam jumlah yang mencukupi untuk pertumbuhan tanaman tanpa adanya unsur meracun dari unsur manapun (Foth dan Ellis, 1997). Pengertian tersebut hampir sama dengan pengertian kesuburan tanah menurut Masyarakat Ilmu Tanah Amerika (*Soil Science Society of Amerika, SSSA*), yakni kemampuan tanah memasok hara dalam jumlah yang cukup dan berkeseimbangan untuk pertumbuhan suatu tanaman tertentu. Dari pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa kesuburan tanah merupakan kuantitas yang memungkinkan suatu tanah untuk menyediakan kebutuhan yang diperlukan bagi pertumbuhan tanaman secara optimal. Unsur hara dibagi atas dua yakni unsur hara makro dan unsur hara mikro.

1) Hara Makro

Lahan sawah mempunyai tingkat kesuburan tanah yang relatif lebih tinggi dibandingkan lahan kering. Pada agroekosistem lahan sawah, tanah kahat N lebih banyak

ditemui dari pada kahat P, K dan unsur lainnya karena perilaku N yang sangat mudah hilang dari dalam tanah sawah. Sebagian besar N tanah berupa N organik baik yang terdapat dalam bahan organik tanah maupun fiksasi N oleh mikroba tanah dan hanya sebagian kecil (2-5 persen) berupa N anorganik yaitu dalam bentuk NH_4^+ dan NO_3^- serta sedikit NO_2^- . Pada tanah sawah/ tergenang N merupakan hara yang tidak stabil karena adanya proses mineralisasi bahan organik (amonifikasi nitrifikasi dan denitrifikasi) oleh mikroba tanah tertentu, volatilisasi, dan perkolasi (Prasetyo *et al.*, 2004). Kadar N pada tanah yang disawahkan pada umumnya lebih tinggi dibandingkan tanah kering karena adanya akumulasi bahan organik yang lebih tinggi pada tanah sawah (Kyuma, 2004).

Kadar N dalam tanah pada umumnya rendah, sehingga harus selalu ditambahkan dalam bentuk pupuk atau sumber lainnya pada setiap awal tanam. Pada umumnya respon tanaman padi terhadap pemberian pupuk N cukup tinggi. Dengan demikian petani cenderung menggunakan N secara berlebihan. Di beberapa wilayah penggunaan pupuk urea mencapai 148 persen dari yang direkomendasikan dan sebaliknya penggunaan pupuk P dan K relatif lebih rendah dan menurun sehingga sering tidak seimbang dengan N.

Ketersediaan P pada tanah sawah/tergenang lebih tinggi dibandingkan pada kondisi aerob/kering, hal ini disebabkan pada kondisi anaerob terjadi pelarutan Fe (besi feri menjadi fero) sehingga P terlepas. Survei kesuburan tanah sawah yang dilakukan di 21 provinsi menunjukkan bahwa dari 7,5 juta ha lahan sawah intensifikasi, sekitar 3 juta ha mempunyai status hara P tinggi (dengan konsentrasi P_2O_5 terekstrak HCl 25 persen > 40 mg/100 g); 3,24 juta ha mempunyai status hara P sedang (konsentrasi P_2O_5 antara 20-40 mg/100 g); dan hanya 1,3 juta ha mempunyai status hara P rendah (P_2O_5 terekstrak HCl 25

persen < 20 mg/100 g) (Sofyan *et al.*, 2000). Status hara P tanah yang tinggi diakibatkan oleh akumulasi pemupukan P pada periode sebelumnya.

Kadar K di dalam tanah dipengaruhi oleh bahan induk tanah, pada tanah sawah umumnya kandungan K berkisar sedang-tinggi. K dalam tanah mempunyai sifat yang mudah bergerak sehingga mudah hilang melalui proses pencucian atau terbawa arus pergerakan air. Karena itu efisiensi pupuk K biasanya rendah. Hasil survei kesuburan tanah sawah menunjukkan bahwa sebaran status K tanah cenderung sama dengan status P tanah. Dari luas total lahan sawah 7,5 juta ha, sekitar 3,8 juta ha (51 persen) lahan sawah intensifikasi mempunyai status hara K tinggi (K_2O terekstrak HCl 25 persen >20 mg/100g); 2,8 juta ha (37 persen) mempunyai status K sedang (konsentrasi K_2O 10-20 mg/100g), dan hanya 0,88 juta ha (12 persen) mempunyai status K rendah (konsentrasi $K_2O < 10$ mg/100g) (Sofyan *et al.*, 2000). Kondisi ini terjadi akibat akumulasi dari pemupukan yang intensif dalam kurun 20-30 tahun terakhir.

2) Hara Mikro

Hara mikro Cu, Zn, Mn, B, dan Fe diperlukan tanaman dalam jumlah yang sangat sedikit. Oleh karena itu pemupukan hara mikro harus sangat hati-hati karena pemberian yang berlebihan dapat meracuni tanaman dan menghambat pertumbuhan. Penggenangan tanah sawah terus menerus dapat mengakibatkan menurunnya ketersediaan hara mikro, terutama hara Zn dan Cu. Penggunaan pupuk N dan P dengan dosis tinggi tanpa pengembalian sisa panen pada lahan sawah intensifikasi secara terus menerus juga akan mempercepat menurunnya ketersediaan hara Zn dan Cu serta hara makro lainnya seperti S, Ca, dan Mg. Terjadinya kekahatan Zn dan Cu di lahan sawah sangat spesifik lokasi

tergantung dari kandungannya dalam bahan induk, pH tanah, drainase, kadar bahan organik serta keadaan redoks tanah. Oleh karena itu gejala kekahatan yang terjadi belum tentu disebabkan rendahnya kandungan unsur-unsur mikro tersebut dalam tanah sehingga pemecahannya tidak harus dengan menambah unsur tersebut. Teknologi pemupukan Zn yang paling baik adalah dengan mencelupkan bibit padi ke dalam larutan 0,05 persen $ZnSO_4$ selama 5 menit (Al-Jabri, 2009).

Sejalan dengan semakin intensifnya pengelolaan lahan dibarengi dengan pemupukan dosis tinggi, ketersediaan unsur mikro di dalam tanah semakin menurun. Kandungan beberapa unsur mikro seperti Cu, Zn, Mn di beberapa lahan sawah intensifikasi di Jalur Pantura Jawa Barat dan Jawa Tengah, Jawa Timur, Sumatera Selatan, Sumatera Barat, Kalimantan Selatan dan Sulawesi Selatan, dalam jangka panjang dikhawatirkan akan mengalami kekahatan unsur mikro. Untuk mengatasi hal tersebut, upaya pengembalian jerami sisa panen harus digalakkan.

3) C Organik Tanah

Sebelum revolusi hijau dimulai, sumber utama hara untuk padi sawah adalah pupuk kandang dan bahan organik lainnya, termasuk jerami padi, namun lambat laun penggunaan pupuk organik ini menjadi relatif berkurang. Jerami padi yang semula dikembalikan ke sawah sebagai bahan organik *in situ*, menjadi berkurang penggunaannya karena mempunyai nilai ekonomis lain sebagai bahan baku kertas, media jamur merang dan pakan ternak. Selain itu, meningkatnya intensitas tanam dari satu kali menjadi dua atau tiga kali setahun menyebabkan waktu antar musim tanam semakin pendek sehingga pelapukan

jerami tidak sempurna dan mempersulit pengolahan tanah, imobilisasi nitrogen, dan defisiensi nitrogen.

Kandungan bahan organik tanah (C-organik) merupakan salah satu indikator kesuburan tanah. Tanah yang mengalami kemerosotan kandungan C-organik menandakan tanah tersebut mengalami penurunan kualitas kesuburan tanah atau degradasi kesuburan. Bahan organik penting sebagai sumber energi jasad renik yang berperan dalam penyediaan hara tanaman. Bahan organik menentukan kapasitas tukar kation tanah, walaupun sifat ini tergantung pH (*pH dependent*). Tanah miskin bahan organik dan didominasi mineral liat 1:1, mempunyai kapasitas tukar kation yang rendah, sehingga efisiensi pemupukan akan berkurang karena sebagian besar hara mudah hilang dari lingkungan perakaran. Bahan organik juga berperan dalam memperbaiki struktur tanah sehingga tanah mudah diolah dan dilumpurkan. Mengingat pentingnya peranan bahan organik terhadap kesuburan fisik, kimia dan biologi tanah, maka pemberian atau daur-ulang bahan organik merupakan bagian penting dari pelestarian kesuburan tanah

Akibat pengelolaan hara yang kurang bijaksana serta pengangkutan jerami sisa panen keluar lahan, sebagian besar lahan sawah terindikasi berkadar bahan organik rendah (C-organik <2 persen). Hasil kajian yang dilakukan (Kasno *et al.*, 2000) menunjukkan bahwa dari 1.577 contoh tanah sawah di Sumatera Barat dan Selatan, Kalimantan Selatan mencapai angka di atas 2 persen, karena tergolong tanah gambut. Sedangkan tanah sawah di Jawa Tengah, Jawa Timur dan Lombok rata-rata berkadar C-organik di bawah 2 persen (Kasno *et al.*, 2003).

Survei serupa untuk mengidentifikasi kadar bahan organik tanah di lahan sawah intensifikasi di Jawa (diambil dari 2827 titik) yang dilaksanakan pada tahun 2007 oleh Institut Pertanian Bogor dan Direktorat Pengelolaan Lahan menunjukkan bahwa kadar C-organik tanah berkisar antara 0.56 persen-3.52 persen. Status C-organik tanah sawah dominan rendah (59 persen berkadar C-organik < 2 persen), sekitar 40 persen memiliki C-organik 2-3 persen dan hanya 1 persen berkadar C-organik $> 3,5$ persen. Kadar bahan organik tanah ini berkorelasi tinggi dengan kadar N-total tanah. Menurunnya kadar C-organik tanah ini disebabkan :

- a) di daerah tropis tingkat pelapukan bahan organik sangat intensif akibat curah hujan dan suhu tinggi.
- b) pengelolaan lahan kurang tepat.
- c) intensitas tanam yang tinggi serta,
- d) penggunaan sisa jerami ke luar sawah untuk penggunaan industri.

Terdapat korelasi positif antara kadar bahan organik dan produktivitas tanaman padi sawah, di mana makin rendah kadar bahan organik makin rendah produktivitas lahan. Bahan organik berperan sebagai penyangga biologi sehingga tanah dapat menyediakan hara dalam jumlah berimbang untuk tanaman. Tanah miskin bahan organik akan berkurang kemampuannya menyangga pupuk, sehingga efisiensi pupuk anorganik berkurang karena sebagian besar pupuk akan hilang dari lingkungan perakaran

3. Degradasi Kesuburan Tanah

Degradasi Kesuburan Tanah (*soil degradation*) adalah suatu proses kemunduran atau kerusakan tanah secara fisika, kimia dan biologi yang menyebabkan penurunan

produktivitas dan daya sangga lahan yang disebabkan oleh kegiatan manusia atau penyebab lain. Degradasi kesuburan tanah sawah terutama dicirikan oleh menurunnya kadar C-organik dan unsur-unsur hara tanah, dan berubahnya lapisan bidang olah menjadi lebih dangkal serta penurunan dinamika dan populasi biota tanah.

Lahan sawah relatif lebih tahan terhadap penurunan kualitas lahan dibandingkan dengan lahan kering. Namun demikian, eksploitasi lahan sawah tanpa menjaga keseimbangan hara dan keberlangsungan sistem pertanian lahan sawah tersebut menyebabkan lahan sawah mengalami degradasi. Ada beberapa faktor penyebab terjadinya degradasi lahan sawah yaitu: terganggunya keseimbangan hara dalam tanah, penurunan bahan organik tanah, serta pencemaran logam berat dan pestisida. Menurunnya fungsi lahan sebagai faktor produksi atau dengan pengertian lain terjadinya gejala *leveling off* yang berdampak terhadap penurunan efisiensi pemupukan sehingga *input* tidak sebanding *output* yang berdampak terhadap produktivitas tanaman. Gejala-gejala tersebut sudah dirasakan pada hampir di semua sentra produksi padi, dimana peningkatan jumlah pupuk yang diberikan tidak sejalan dengan peningkatan produktivitas tanaman.

Sebagaimana firman Allah swt. dalam QS. Asy-Syura /: 30

وَمَا أَصَابَكُمْ مِنْ مُصِيبَةٍ فَبِمَا كَسَبَتْ أَيْدِيكُمْ وَيُغْفُو عَنْ كَثِيرٍ

Terjemahnya

Dan apa musibah yang menimpa kamu maka adalah disebabkan oleh perbuatan tanganmu sendiri, dan Allah memaafkan sebagian besar (dari kesalahan-kesalahanmu). (Departemen Agama, 2006).

Dalam ayat diatas terlihat jelas keadilan Allah swt. Dan rahmat-Nya kepada manusia yang lemah ini. Setiap musibah yang menimpanya disebabkan ulah tangan manusia itu sendiri, namun Allah swt. tidak menghukum manusia karena ulah seluruh perbuatannya. Dia mengetahui kelemahannya dan dorongan – dorongan fitrahnya yang pada umunya menguasai manusia. Maka, dia lebih banyak memaafkan kesalahan manusia sebagai kasih saying dan toleransi-Nya.

Penurunan fungsi lahan karena penurunan tingkat kesuburannya dapat terjadi karena perubahan sifatkimia, fisika, dan mikrobiologi tanah, pencemaran lahan akibat penggunaan bahan agrokimia atau pestisida yang berlebihan, serta logam berat dari limbah industri yang terbawa badan air masuk ke areal pertanian yang menyebabkan fungsi tanah sebagai faktor produksi tanaman menjadi terganggu.

4. Pupuk Organik dan Anorganik

Pupuk organik terdiri dari limbah/hasil pertanian, sisa tanaman, sisa hasil pertanian, pupuk kandang dan pupuk hijau, limbah pasar dan perkotaan. Saat ini pupuk organik juga dibuat dari limbah industri pertanian, industri minuman dan makanan, serta industri kimia. Sumber bahan baku pupuk organik di lahan sawah yang sangat potensial adalah jerami. Melalui rekayasa pengomposan yang sederhana, bahan ini bisa diubah menjadi sumber hara tanaman dan sumber energy dan makanan bagi mikroba di dalam tanah. Kegiatan yang dilakukan oleh mikroba ini secara langsung dan tidak langsung akan meningkatkan efisiensi pemupukan. Penggalakan penggunaan pupuk organik telah dikenal di beberapa

daerah melalui program Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT), *System of Rice Intensification* (SRI), dan tanam bulir sebatang (TBS)

Peranan bahan organik terhadap kesuburan fisik, kimia dan biologi tanah sangat besar, tetapi karena kandungan haranya rendah, maka harus dipadukan dengan pupuk anorganik. Penggunaan pupuk N, P dan K ditambah dengan jerami padi dapat meningkatkan produktivitas padi sawah 10-15 persen dan mempertahankan kadar bahan organik tanah, mengurangi penciptaan kadar K, Mg, serta Si tanah serta dapat mempertahankan KTK tanah sawah.

Usaha yang dilakukan untuk memperbaiki kesuburan tanah adalah dengan melakukan pemupukan menggunakan pupuk organik. Kandungan unsur hara dalam pupuk kandang tidak terlalu tinggi, tetapi jenis pupuk ini mempunyai manfaat lain yaitu dapat memperbaiki sifat – sifat fisik tanah seperti permeabilitas tanah, porositas tanah, struktur tanah, daya menahan air dan kation – kation tanah.

Pemulihan kesuburan tanah sawah melalui penggunaan pupuk organik diharapkan dapat berperan memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Perbaikan sifat fisika tanah yang dapat terjadi adalah : (a) mengurangi laju perkolasi, dan (b) meringankan pengolahan tanah. Sedangkan secara kimia pupuk organik dapat menyediakan sejumlah kecil hara makro (N, P, K, Ca, Mg dan S) dan mikro seperti Zn, Cu, Mo, Co, B, Mn dan Fe, (b) mencegah kahat unsur mikro pada tanah sawah yang diusahakan secara intensif dengan pemupukan yang kurang seimbang; (c) meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah, (d) membentuk senyawa kompleks dengan ion logam seperti Al, Fe dan Mn

sehingga logam-logam ini tidak meracuni. Perbaikan sifat biologi tanah adalah sebagai sumber energi dan makanan bagi mikro dan meso fauna tanah sehingga aktivitas organisme tanah meningkat dalam membantu ketersediaan hara, siklus hara, dan pembentukan pori mikro dan makro tanah lebih baik.

Pupuk organik merupakan hasil akhir Pupuk organik atau hasil antara dari perubahan atau penguraian bagian dan sisa – sisa tanaman dan hewan. Misalnya bungkil, guano, tepung tulang, dan sebagainya. Karena pupuk organik berasal dari bahan organik yang mengandung segala macam unsur maka pupuk ini pun mengandung hampir unsur baik makro maupun mikro (Foth dan Ellis, 1997). Hanya saja, ketersediaan unsur – unsur tersebut biasanya dalam jumlah yang sedikit.

Pupuk organik kebanyakan tersedia di alam. Contohnya Kompos, Pupuk kandang, Pupuk Hijau, Guano. Namun ada juga yang dihasilkan oleh pabrik sehingga pupuk ini disebut pupuk buatan organik. Pupuk organik ini biasanya berlabel NPF (*Natures Plant Food*), Earth care, Agrirecycle. Di Indonesia, Contohnya PSBN (Pupuk Super Bionik) cair, PSBNP padat, OST Rajawali, Fine Compost, F 20001, dan Zeagro.

Pupuk anorganik adalah pupuk kimia (non-alami) yang selalu diproduksi oleh industri sehingga dikenal juga dengan nama pupuk kimia atau pupuk buatan Menurut (Foth dan Ellis, 1997). Menurut (Havlin *et al*, 2005) kesuburan tanah akan semakin menurun akibat penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus dan menyebabkan rusaknya sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Keadaan ini diperparah dengan banyaknya petani yang menggunakan pupuk kimia secara berkelanjutan.

5. Pupuk Hayati

Mikroba tanah bersama bahan organik tanah merupakan komponen penting dalam tanah dan berperan sebagai penyangga biologi tanah yang menjaga penyediaan hara dalam jumlah berimbang bagi tanaman. Mikroba penting di lahan sawah antara lain adalah mikroba penambat N dari udara, mikroba pelarut P dan mikroba yang dapat mengubah elemen S menjadi sulfat sehingga tersedia bagi tanaman. Mikroba perombak (*decomposer*) perlu ditambahkan untuk mempercepat waktu dekomposisi jerami sehingga dapat dikembalikan ke lahan dengan segera.

Penelitian di bidang mikrobiologi tanah telah menghasilkan inokulan-inokulan unggulan dari mikroba-mikroba tersebut dan telah dikemas sebagai pupuk hayati. Inokulan mikroba pelarut P yang telah dihasilkan yang terdiri dari *Pseudomonas spp*, dapat meningkatkan ketersediaan/kelarutan P pada tanah sawah sehingga berpotensi untuk meningkatkan hasil gabah, demikian pula mikroba pemacu tumbuh, penambat N hidup bebas pada tanaman padi (Setyorini, 2008).

6. Dekomposer

Penggunaan dekomposer bahan organik ini selain dimaksudkan untuk mempercepat proses dekomposisi juga untuk melakukan desinfektasi bahan kompos sehingga pupuk organik/ kompos yang dihasilkan bebas dari mikro organisme patogen, ektoparasit, biji gulma dan tidak berbau busuk. Pengomposan yang dibantu dekomposer bahan organik ini hanya berlangsung paling lama empat minggu.

Dekomposer bahan organik ini mengandung koloni mikro organisme yang difiksasi dari alam, berupa fungi dan bakteri. Koloni mikro organisme tersebut meliputi koloni

mikro organisme selulolitik (*Trichoderma polysporium*, *Trichoderma viride*, *Cellulomonas acidula*, *Bacillus cellulosus disolvens*); lignolitik (*Clavaria dendroidea*, *Clitocybe alexandri*, *Hypoloma fasciculare*); amilolitik (*Streptomyces*, *Micromonospora*), dan mikro organisme nitrogen fiksasi non simbiotik (*Azotobacter Spp*, *Clostridium pasteurianum*, *Spirillum lipoferum*). Dekomposer bahan organik ini digunakan dalam pembuatan pupuk organik dengan bahan baku limbah kandang ternak ruminansia yang berupa kotoran ternak, urine dan sisa pakan; atau limbah kandang ayam pedaging yang berupa kotoran ayam, postal / sekam alas kandang dan ceceran / sisa pakan, atau limbah ayam petelur yang berupa kotoran ayam dan ceceran / sisa pakan. Bahan-bahan organik yang berupa limbah kandang tersebut didekomposisikan sedemikian rupa sehingga melewati proses desinfektasi dengan bantuan probiotik, yang akhirnya menjadi pupuk organik yang bermutu baik.

Invensi ini merupakan salah satu upaya Balitbangtan dalam mengaplikasikan sistem pertanian tanpa limbah dan usaha pertanian ramah lingkungan, suatu usaha ramah lingkungan yang mendukung produk *healthy food (natural & ethical product)*. Selain itu, invensi ini juga memberikan solusi bagi petani untuk mengatasi lamanya waktu melakukan pengomposan limbah kandang ternak sekitar 6 – 8 bulan, kompos yang dihasilkan masih mengandung mikro organisme patogen, ektoparasit, biji gulma dan berbau busuk. Akibat nyata dari lamanya pengomposan tersebut, adalah seringnya terlihat layunya tanaman akibat diberi limbah kandang ternak yang masih segar (istilah petani: *raboke durung dadi*).

7. Muatan Listrik pada Liat dan Bahan Organik

Muatan listrik tanah menentukan sifat kimia maupun fisiko-kimia. Muatan listrik liat dan humus menyebabkan keduanya bertindak sebagai kompleks aktif yang erat kaitannya dengan kesuburan tanah aktual maupun potensial. Di samping itu, ikatan ion-ion dapat menjelaskan sistim penyediaan hara serta prinsip-prinsip dasar pemupukan.

a. Muatan Listrik pada Liat

Muatan listrik pada liat muncul karena dua hal: (1) kisi-kisi mineral liat rusak atau patah, dan (2) pertukaran tempat kedudukan kordinasi unsur Si dan/atau Al oleh unsur-unsur lain dalam struktur mineral tanpa merusak struktur lempeng, dikenal dengan istilah *substitusi isomorfik*. Pada kasus pertama, kisi-kisi liat mengalami kerusakan atau patah akibat gaya-gaya alami atau pengolahan tanah, sehingga sebagian unsur yang berikatan terlepas.

Pada bagian kisi kristal rusak atau patah, unsur oksigen (O) dan hidrogen (H) berada dalam ikatan kovalen. Kekuatan ikatan tergantung pada pH. Bila nilai pH rendah, maka cairan tanah didominasi ion H^+ , muatan kisi-kisi adalah positif karena ion OH^- di ikat oleh ion H^+ menjadi molekul air yang netral. Sebaliknya bila pH tinggi, ion OH^- dominan dan muatan kisi negatif karena ion H^+ berikatan dengan sebagian OH^- . Sifat muatan liat yang dipengaruhi perubahan pH ini disebut muatan bergantung pada pH (*pH-dependent charge*). Mekanisme perubahan adalah sebagai berikut:

Muatan listrik pada substitusi isomorfik tidak dipengaruhi perubahan pH; sehingga disebut muatan tidak bergantung pH (*muatan permanen, permanent charge*).

b. Muatan Listrik pada Bahan Organik/Humus

Muatan listrik pada humus mirip dengan muatan liat mengalami kerusakan pada kisi-kisinya. Contoh bagan susunan koloidal disajikan dalam Gambar 1.6. Gugus hidroksi fenolat (-O-) terikat pada cincin aromatik, sedangkan gugus karboksil (-COO-) terikat pada atom karbon lain. Bagan tersebut menyerupai struktur liat silikat dan menunjukkan adanya jerapan permukaan (surface adsorption), meskipun jerapan juga terjadi dalam struktur padatan (misel). Seperti liat kisi-kisi patah, muatan humus sangat bergantung pada pH. Pada suasana sangat masam, ion hidrogen terikat erat dan tidak mudah diganti kation lain. Dengan penambahan unsur basa maka ke-alkalian naik; mula-mula ion hidroksil-fenolat berionisasi, kemudian hidrogen dari grup fenolat digantikan

c. EC (*Electric Conductivity*)

Konduktivitas Listrik (EC), adalah fenomena aliran listrik berasal dari muatan partikel (ion, koloid) yang membentuk kekuatan medan listrik (Syekhiani, 2014). Komponen padatan dan cairan tanah, yang terdiri dari senyawa dan unsur mengandung ion (kation, anion) bermuatan positif (+) dan negatif (-); saat terjadi aliran listrik dari + ke – melalui media cair, akan muncul daya medan listrik yang berpengaruh terhadap mobilitas ion/koloid yang merupakan sumber unsur hara bagi pertumbuhan tanaman.

Umumnya, tingkat kegaraman dalam tanah yang tinggi terjadi pada tanah dalam wilayah arid dan semiarid, dimana curah hujan tahunan lebih rendah daripada tingkat evapotranspirasi. Selain pada lahan arid dan semiarid, praktek pengelolaan lahan dengan sistem irigasi juga memicu terjadinya peningkatan kadar garam dalam tanah. Sumber garam dalam tanah paling besar berasal dari batuan yang tersingkap dan kerak bumi, dimana garam telah dilepaskan selama proses pelapukan kimiawi dan fisika. Ion yang

dilepaskan ke dalam larutan tanah melalui pelapukan mineral, atau berasal dari intrusi air permukaan atau air tanah saline, cenderung menumpuk dalam mineral sekunder yang terbentuk sebagai tanah kering. Mineral sekunder ini meliputi mineral liat, karbonat dan sulfat, dan klorida. Karena Na, K, Ca, dan Mg relatif mudah dibawa ke dalam larutan baik sebagai kation dapat ditukar dari smektit dan ilit, atau sebagai kation struktural terlarut dari karbonat, sulfat, dan klorida, menyebabkan kation berkontribusi paling besar terhadap salinitas tanah (Sposito, 2008).

8. Rekomendasi Pemupukan Tanah Sawah untuk Pemulihan Kesuburan Tanah

Respons peningkatan produktivitas padi akibat pemberian pupuk organik yang dikombinasikan dengan pupuk anorganik akan terlihat secara perlahan dan bertahap. Diperkirakan produktivitas meningkat 10-25 persen selama 10 tahun, tergantung pada dosis pemberian, varietas, jenis dan tingkat pengelolaan tanah.

Tabel II.1 Rekomendasi Pemupukan Tanah Sawah

Anjuran	Tingkat Degradasi		
	Rendah	Sedang	Tinggi
Pupuk Urea	250 - 290 Kg/ha	200 - 250 Kg/ha	0 - 200 Kg/ha
Pupuk SP-36	50-75 kg SP-36/ha	75-100kg SP-36/ha	75-100kg SP-36/ha
Pupuk KCL	0-50 kg KCl/ha	50-100 kg KCl/ha	50-100 kg KCl/ha
Pupuk Organik	3 t/ha/musim (terus menerus)	2 t/ha/musim(terus menerus)	2 t/ha/2 musim
Pupuk Hayati	200g/ha (2liter/ha)	200g/ha (2liter/ha)	200g/ha (2liter/ha)
Dekomposer	5-6kg/ha	5-6kg/ha	5-6kg/ha

Pemberian pupuk organik terus menerus setiap musim dapat mengefisienkan pupuk anorganik sehingga dosisnya semakin rendah. Selain itu, dosis pupuk organik juga semakin

menurun karena kesuburan tanah sudah semakin meningkat dicirikan dengan meningkatnya populasi, aktivitas dan keragaman mikroba dalam tanah. Penggunaan pupuk organik dapat mengefisienkan pupuk anorganik seperti SP-36 dan KCl. Pemberian kompos jerami dapat mengefisienkan pupuk SP-36 sekitar 30 persen dan pupuk KCl 40 persen.

9. Arduino Nano

Arduino adalah sebuah produk design *system* minimum *mikrokontroler* yang di buka secara bebas. *Arduino* menggunakan bahasa pemrograman C yang telah dimodifikasi dan sudah ditanamkan programmer *bootloader* yang berfungsi untuk menyematani antara *software compiler Arduino* dengan *mikrokontroler*. Untuk koneksi dengan komputer menggunakan RS232 to TTL *Converter* atau menggunakan *Chip USB* ke *serial converter* seperti *FTDI FT232*. *Arduino* membuka semua sourcenya mulai dari diagram rangkain, jalur PCB, *software compiler*, dan *bootloadernya*.

10. Android

Android merupakan sistem operasi berbasis linux yang bersifat terbuka (*open source*) dan dirancang untuk perangkat seluler layar sentuh seperti *smartphone* dan *computertablet*. Android dikembangkan oleh Android, Inc, dengan dukungan finansial dari google yang kemudian dibeli pada tahun 2005. Android dirilis secara resmi pada tahun 2007, bersamaan dengan didirikannya *Open Handset Alliance*.

Tampilan android didasarkan pada manipulasi langsung, menggunakan masukan sentuh yang serupa dengan tindakan di dunia nyata, seperti menggesek, mengetuk, mencubit dan membalikkan cubitan untuk memanipulasi objek di layar. Sifat android yang terbuka telah membuat bermunculannya sejumlah besar komunitas pengembang aplikasi

untuk menggunakan android sebagai dasar proyek pembuatan aplikasi, dengan menambahkan fitur-fitur baru bagi android pada perangkat yang secara resmi dirilis dengan menggunakan sistem operasi lain. (Salbino, 2014)

11. JDK (*Java Development Kit*)

JDK (*Java Development Kit*) merupakan lingkungan pemrograman untuk menulis program-program aplikasi dan *applet java*. JDK terdiri dari lingkungan eksekusi program yang berada di atas *Operating System* *source code* dari java akan dikompilasi menjadi *byte code* yang dapat dimengerti oleh mesin. Selain itu JDK dapat membentuk sebuah *objek code* dari *source code*.

12. App Inventor

App Inventor adalah, kita tidak lagi menemukan kode-kode program seperti halnya ketika menggunakan tools developing lain. Kode-kode itu sudah dibungkus kedalam objek visual, yang dinamakan *blocks*. Kita tinggal memahami fungsi dari *blocks* tersebut, kemudian bagaimana dia berinteraksi dengan *blocks* lain, dan terakhir merangkainya persis seperti merangkai puzzle untuk membuat suatu bentuk atau gambar untuk membuat aplikasi dengan App Inventor ada tiga langkah utama yaitu:

a. Desainer

Membuat UI (*User Interface*) dan memasukkan komponen-komponen App-Inventor yang akan kita pakai pada aplikasi dengan jendela Desainer kita. Disini terdapat bagian Palette, Viewer, Components dan Properties. Selain itu juga terdapat beberapa menu penting yang akan kita gunakan.

- 1) *Pallette* : Berisi seluruh komponen yg bisa kita pakai untuk membuat aplikasi.
- 2) *Viewer* : Untuk menempatkan Komponen dan mendesain seperti apa tampilan atau UI dari aplikasi.
- 3) *Components* : Berisi komponen yg telah kita ambil dan akan gunakan pada aplikasi.
- 4) *Properties* : Disini kita bisa mengubah properti dari masing-masing komponen, misal warna layar.
- 5) *Add/Remove Screen* : Menambahkan atau menghapus screen, ini fitur baru pada App Inventor, yaitu dukungan Multiscreen.
- 6) *Open The Blocks Editor*: untuk mengaktifkan jendela Block Editor.
- 7) *Package for Phone* : Ketika aplikasi selesai dibuat, dan kita ingin mencobanya di handset android, maka bisa menggunakan menu ini.

b. Blok Editor

Blocks editor adalah tempat untuk mengambil *blocks* (kode program yg telah dijadikan objek visual), dan menyusun *blocks-blocks* tersebut sehingga berfungsi sesuai denganyang diinginkan. Ada lima menu penting disini yaitu :

- 1) *Built-In* : *Blocks* dasar dari komponen *App Inventor*
- 2) *My Blocks* : *Blocks* dari komponen yang kita gunakan untuk aplikasi, yaitu yang dimasukkan pada Desainer
- 3) *Advance* : *Blocks* pelengkap dari yang ada pada *My Blocks*
- 4) *New Emulator* : Menu untuk mengaktifkan *Emulator*
- 5) *Connect To Devices* : Menu untuk mengkoneksikan projek aplikasi dengan *Emulator* atau HP Android, yaitu ketika kita ingin mencoba Aplikasi yang sedang dibangun





dan setelah sekali dikoneksikan maka ketika terjadi perubahan pada aplikasi yang sedang dibangun, misal komponen diganti, blocks diganti, secara otomatis akan dikomunikasikan ke Emulator atau HP Android.


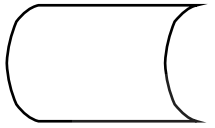
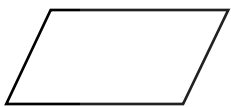
B. Daftar Simbol

1. Daftar Simbol Flowmap Diagram

Flowmap atau bagan alir adalah bagan yang menunjukkan aliran di dalam program atau prosedur sistem secara logika. *Flowmap* ini berfungsi untuk memodelkan masukan, keluaran, proses maupun transaksi dengan menggunakan simbol-simbol tertentu. Pembuatan *flowmap* ini harus dapat memudahkan bagi pemakai dalam memahami alur dari sistem atau transaksi.

Tabel II.2 Daftar Simbol *Flowmap* Diagram (Jogiyanto, 2001)

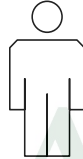

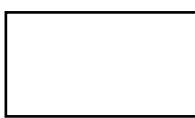

Simbol	Nama	Keterangan
	Terminator awal / akhir program	Simbol untuk memulai dan mengakhiri suatu program
	Dokumen	Menunjukkan dokumen berupa dokumen input dan output pada proses manual dan proses berbasis computer
	Proses Manual	Menunjukkan kegiatan proses yang dilakukan secara manual.
	Proses Komputer	Menunjukkan kegiatan proses yang dilakukan secara komputerisasi

	Arah aliran data	Menunjukkan arah aliran dokumen antar bagian yang terkait pada suatu sistem.
	Penyimpanan Manual	Menunjukkan media penyimpanan data / informasi secara manual
	Data	Simbol input/output digunakan untuk mewakili data input/output

2. Daftar Simbol Use Case Diagram

Use case diagram merupakan gambaran scenario dari interaksi antara pengguna dengan sistem. *Use case diagram* menggambarkan hubungan antara aktor dan kegiatan yang dapat dilakukannya terhadap aplikasi.

Tabel II.3 Daftar Simbol *Use Case Diagram* (Booch, 1999)

Simbol	Nama	Keterangan
	<i>Actor</i>	Menspesifikan himpunan peran yang pengguna mainkan ketika berinteraksi dengan <i>use case</i> .
	<i>Use Case</i>	Deskripsi dari urutan aksi-aksi yang ditampilkan sistem yang menghasilkan suatu hasil terukur bagi suatu actor.
	System	Menspesifikasikan paket yang menampilkan sistem secara terbatas.
	<i>Unidirectional Association</i>	Menggambarkan relasi antara <i>actor</i> dengan <i>use case</i> dan proses berbasis

		computer.
----->	<i>Dependencies or Instantitiates</i>	Menggambarkan kebergantungan (<i>dependencies</i>) antar <i>item</i> dalam diagram
—————>	<i>Generalization</i>	Menggambarkan relasi lanjut antar <i>use case</i> atau menggmabarkan struktur pewarisan antar <i>actor</i>

3. Bagan Alir (Flowchart)

Bagan alir (*flowchart*) adalah bagan (*chart*) yg menunjukkan alir (*flow*) di dalam program atau prosedur sistem secara logika digunakan terutama untuk alat bantu komunikasi dan untuk dokumentasi pedoman untuk menggambarannya:

- Sebaiknya digambar dari atas ke bawah dan mulai dari bagian kiri suatu halaman
- Kegiatannya harus ditunjukkan dengan jelas
- Ditunjukkan dengan jelas dimulai dan berakhirnya suatu kegiatan
- Masing-masing kegiatan sebaiknya digunakan suatu kata yg mewakilisuatu pekerjaan.
- Kegiatannya sudah dalam urutan yang benar
- Kegiatan yang terpotong dan akan disambung ditunjukkan dengan jelas oleh simbol penghubung.

BAB III

METODE PENELITIAN

Dalam rangka menyelesaikan rencana pembangunan alat pendeteksi kesuburan tanah untuk menentukan penggunaan pupuk organik dan anorganik pada lahan pertanian menggunakan Arduino ini maka penulis telah melakukan penelitian berdasarkan metode yang dijalankan secara bertahap dan terencana. Metode ini digunakan untuk menjelaskan tentang penelitian. Adapun metode-metode penelitian yang digunakan sebagai berikut :

A. Jenis Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif dengan metode *Design and Creation*. Penelitian kualitatif mempunyai dua tujuan utama, yang pertama yaitu, menggambarkan dan mengungkap (*to describe and explore*) dan kedua menggambarkan dan menjelaskan (*to describe and explain*). Dipilihnya metode *Design and Creation* karena disamping melakukan penelitian tentang judul ini, penulis juga mengembangkan produk berdasarkan penelitian yang dilakukan.

Adapun lokasi penelitian ini dilakukan di Kantor Dinas Pertanian Sungguminasa, Gowa. Karena teori yang diperlukan dalam penelitian ini dapat diperoleh dari dinas pertanian khususnya kantor Dinas Pertanian Sungguminasa, Gowa.

B. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian saintifik yaitu pendekatan berdasarkan ilmu pengetahuan dan teknologi.

C. Sumber Data

Sumber data pada penelitian ini diperoleh dari dinas Pertanian Sungguminasa Gowa. Selain itu, data juga diperoleh dari data *online / internet*, buku pustaka terkait tentang penggunaan pupuk organik dan organik pada lahan pertanian, serta jurnal penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan pada penelitian ini.

D. Metode Pengumpulan Data

Didalam penelitian ini peneliti menggunakan beberapa metode dalam pengumpulan data, yaitu :

1. Wawancara adalah metode pengumpulan data dengan cara menanyakan langsung kepada yang berwewenang.
2. Dokumentasi adalah teknik pengumpulan data dengan cara melihat dokumen-dokumen bisa berbentuk tulisan, gambar atau data-data yang bersangkutan.

E. Instrumen Penelitian

Adapun instrument penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan untuk mengembangkan dan mengumpulkan data pada sistem ini adalah Arduino, *Bluetooth HC-05*, alat pengukur kesuburan tanah ETP 303, *Smartphone* OPPO R827, dan laptop Toshiba L745.

2. Perangkat Lunak

Adapun perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan sistem ini diantaranya adalah Eclipse, JDK, Android SDK, AVD, Perangkat *Bluetooth*, driver Arduino, dan Windows 7.

F. Teknik Pengolahan dan Analisis Data

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode analisis kualitatif Analisis kualitatif adalah prosedur penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa kata-kata tertulis atau lisan dari orang-orang dan perilaku yang dapat diamati. Pengolahan data kualitatif dalam penelitian akan melalui tiga kegiatan analisis yakni sebagai berikut:

1. Reduksi Data

Reduksi data dapat diartikan sebagai suatu proses pemilihan data, pemusatan perhatian pada penyederhanaan data, pengabstrakan data, dan transformasi data kasar yang muncul dari catatan-catatan tertulis di lapangan.

2. Penyajian Data

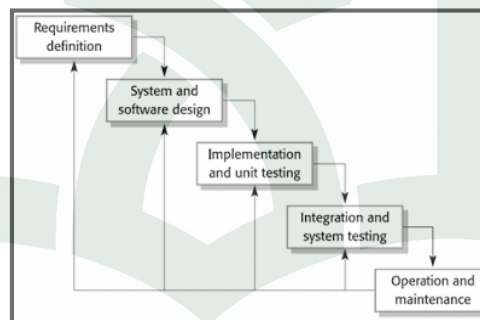
Penyajian data dapat dijadikan sebagai kumpulan informasi yang tersusun sehingga memberikan kemungkinan adanya penarikan kesimpulan dan pengambilan tindakan. Penyajian yang sering digunakan adalah dalam bentuk naratif, bentuk matriks, grafik, dan bagan.

3. Menarik Kesimpulan / Verifikasi

Pengolahan data kualitatif tidak akan menarik kesimpulan secara tergesa-gesa, tetapi secara bertahap dengan tetap memperhatikan perkembangan perolehan data.

G. Metode Perancangan Aplikasi

Pada penelitian ini, metode perancangan aplikasi yang digunakan adalah *waterfall*. Metode *waterfall* adalah suatu proses pengembangan perangkat lunak berurutan, di mana kemajuan dipandang sebagai terus mengalir ke bawah (seperti air terjun) melewati fase-fase perencanaan, pemodelan, implementasi (konstruksi), dan pengujian. Berikut adalah gambar pengembangan perangkat lunak berurutan / linear :



Gambar III.1 Metode *Waterfall* (Pressman, 2001)

Dalam pengembangannya, metode *waterfall* memiliki beberapa tahapan yang runtut yaitu :

1. *Requirement* (analisis kebutuhan)

Tahapan ini akan menghasilkan dokumen *user requirement* atau bisa dikatakan sebagai data yang berhubungan dengan keinginan user dalam pembuatan sistem. Dokumen inilah yang akan menjadi acuan sistem analisis untuk menerjemahkan ke dalam bahasa pemrograman.

2. *Design System* (desain sistem)

Proses desain akan menerjemahkan syarat kebutuhan ke sebuah perancangan perangkat lunak yang dapat diperkirakan sebelum dibuat *coding*. Tahapan ini akan menghasilkan dokumen yang disebut *software requirement*. Dokumen inilah yang akan digunakan programmer untuk melakukan aktivitas pembuatan sistemnya.

3. *Coding & Testing* (penulisan kode program / *implementation*)

Coding merupakan penerjemahan desain dalam bahasa yang bisa dikenali oleh komputer. Dilakukan oleh programmer yang akan menerjemahkan transaksi yang diminta oleh *user*. Tahapan inilah yang merupakan tahapan secara nyata dalam mengerjakan suatu sistem.

4. Penerapan / Pengujian Program (*Integration & Testing*)

Tujuan *testing* adalah menemukan kesalahan-kesalahan terhadap sistem tersebut dan kemudian bisa diperbaiki. Tahapan ini bisa dikatakan final dalam pembuatan sebuah sistem.

5. Pemeliharaan (*Operation & Maintenance*)

Perangkat lunak yang sudah disampaikan kepada pelanggan pasti akan mengalami perubahan. Perubahan tersebut bisa karena mengalami kesalahan karena perangkat lunak harus menyesuaikan dengan lingkungan baru, atau karena pelanggan membutuhkan perkembangan fungsional.

H. Teknik Pengujian Sistem

Teknik pengujian sistem yang digunakan pada penelitian ini adalah *black box testing* dan *white box testing*.

1. *Black box testing*

Black box testing adalah metode pengujian perangkat lunak yang menguji fungsionalitas aplikasi yang bertentangan dengan struktur internal atau kerja. Pengetahuan khusus dari kode aplikasi / struktur internal dan pengetahuan pemrograman pada umumnya tidak diperlukan. Uji kasus dibangun di sekitar spesifikasi dan persyaratan, yakni, aplikasi apa yang seharusnya dilakukan. Menggunakan deskripsi eksternal perangkat lunak, termasuk spesifikasi, persyaratan, dan desain untuk menurunkan uji kasus. Tes ini dapat menjadi fungsional atau non-fungsional, meskipun biasanya fungsional. Perancang uji memilih *input* yang valid dan tidak valid dan menentukan *output* yang benar. Tidak ada pengetahuan tentang struktur internal benda uji itu.

2. *White box testing*

Pengujian *white box*, yang kadang – kadang disebut pengujian *glass box*, adalah metode desain test case yang menggunakan struktur kontrol desain prosedural untuk memperoleh tes case. Dengan menggunakan pengujian *white box*, dapat melakukan test case seperti:

- a. Memberikan jaminan bahwa semua jalur *independen* suatu modul telah digunakan paling tidak satu kali.
- b. Menggunakan semua keputusan logis pada sisi *true* dan *false*.
- c. Mengeksekusi semua *loop* pada batasan mereka dan pada batas operasional mereka.
- d. Menggunakan struktur data internal untuk menjamin validitasnya. (Pressman, 2002)

I. Perancangan Tabel Uji

Perancangan tabel uji digunakan untuk mengetahui apakah sistem berjalan dengan yang diinginkan adapun perancangan tabel uji dalam penulisan ini yaitu:

1. Rancangan Tabel Pengujian Alat

Tabel pengujian alat digunakan untuk mengecek apakah alat dapat terkoneksi ke jaringan *Bluetooth* dan dapat mengirim data ke *Smartphone*. Berikut rancangan tabel pengujian alat:

Tabel III.2 Rancangan Tabel Pengujian Alat

NO	Pengujian	Yang Diharapkan	Pengamatan	Hasil
1	Data dari sensor	Alat dapat membaca data dari sensor		

2. Rancangan Tabel Pengujian *Black Box*

Rancangan tabel pengujian *black box* untuk mengecek apakah system berjalan dengan baik dan layak untuk diimplementasikan. Berikut rancangan tabel pengujian *black box*:

a. Rancangan Tabel Uji Aplikasi

Tabel pengujian aplikasi digunakan untuk mengecek apakah aplikasi berjalan dengan baik, dan dapat menerima data dari mikrokontroler. Berikut rancangan tabel pengujian aplikasi:

Tabel III.3 Rancangan Tabel Pengujian Aplikasi

NO	Pengujian	Yang Diharapkan	Pengamatan	Hasil
1	Hasil rekomendasi penggunaan pupuk anorganik	Aplikasi dapat menampilkan rekomendasi jumlah penggunaan pupuk anorganik		

b. Rancangan Tabel Uji Sistem

Tabel pengujian sistem digunakan untuk mengecek apakah sistem dapat berjalan dengan baik dan sistem akan diuji coba baik itu dari segi logika dan fungsi-fungsi agar layak untuk diimplementasikan, serta dapat mengirim dan menerima data dengan menggunakan jaringan *Bluetooth*.

Tabel III.4 Rancangan Tabel Pengujian Sistem

NO	Pengujian	Yang Diharapkan	Pengamatan	Hasil
1	Dari dari Alat ETP303	Alat dapat menerima data dari Alat pendeteksi kesuburan Tanah		
2	Jarak <1 M	Alat dapat mengirim data		
3	Jarak 10 M	Alat dapat mengirim data		
4	Jarak 20 M	Alat dapat mengirim data		
5	Jarak >20 M	Alat dapat mengirim data		
6	Rekomendasi pemupukan	Sistem dapat menampilkan hasil rekomendasi penggunaan pupuk organik dan		

		anorganik berdasarkan data dari alat pendeteksi kesuburan tanah		
--	--	--------------------------------------------------------------------------	--	--



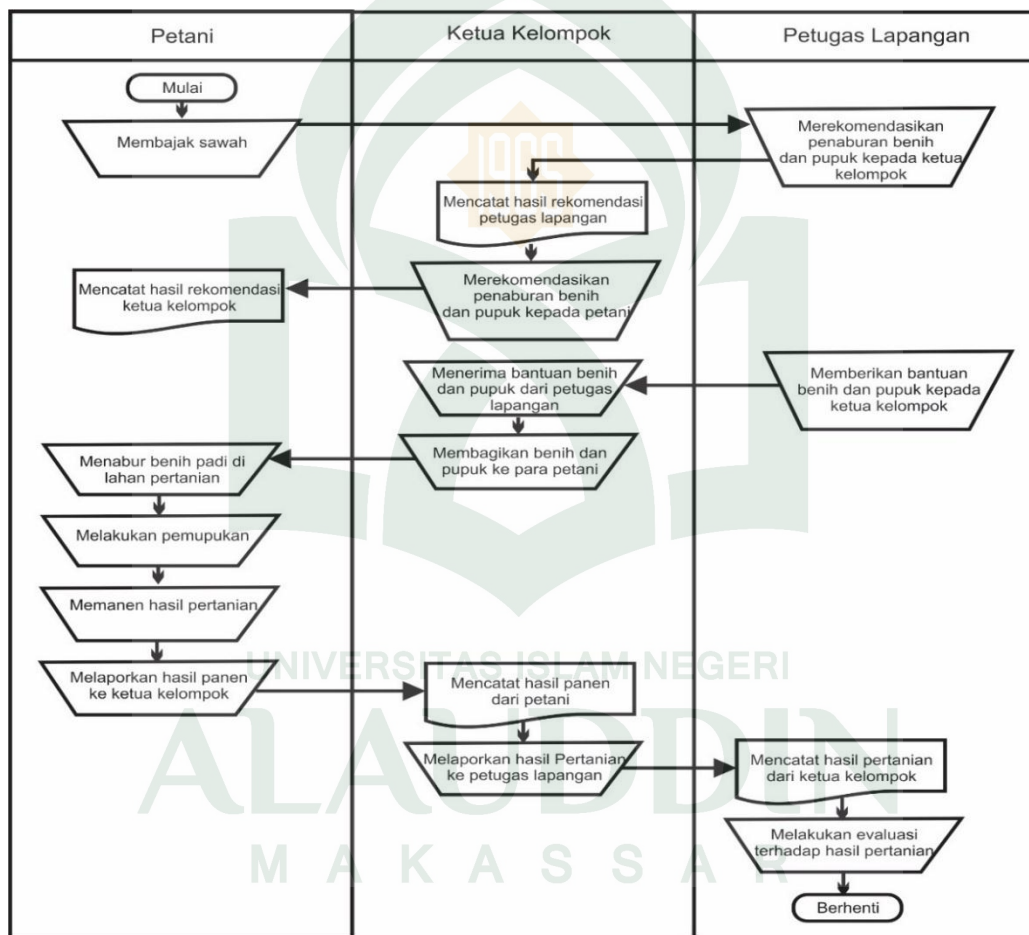
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

BAB IV

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

A. Analisis Sistem yang Sedang Berjalan

Analisis sistem pertanian di Indonesia saat ini dapat dilihat pada gambar IV.1 di bawah ini.



Gambar IV.1 *Flowmap* Diagram Sistem yang Sedang Berjalan

Keterangan Gambar:

Dari gambar *flowmap* diatas dijelaskan bahwa ketika petani melakukan pembajakan sawah, petugas lapangan dari dinas pertanian memberikan rekomendasi

penggunaan benih dan penggunaan pupuk kepada ketua kelompok tani yang nantinya ketua kelompok menyampaikan kepada para petani. Kemudian memberikan bantuan kepada para petani melalui ketua kelompok. Ketua kelompok tani menerima bantuan benih padi dan pupuk selanjutnya diberikan kepada para petani.

Setelah menerima benih dan pupuk dari ketua kelompok para petani menabur benih ke lokasi yang telah digarap, setelah benih padi sudah mulai tumbuh para petani menabur pupuk berdasarkan hasil rekomendasi dari petugas lapangan, kemudian para petani melakukan pemanenan jika tanaman sudah siap panen, kemudian para petani melaporkan hasil pertaniannya ke ketua kelompok dan diteruskan ke petugas lapangan untuk dilakukan evaluasi.

B. Analisis Sistem yang Diusulkan

Analisis sistem merupakan penguraian dari suatu sistem yang utuh ke dalam bagian-bagian komponennya untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan. Bagian analisis sistem yang diusulkan terdiri dari analisis masalah, analisis kebutuhan.

1. Analisis Masalah

Berdasarkan *flowmap* pada sistem yang sedang berjalan diatas menimbulkan suatu masalah dimana kondisi lahan pertanian tidak dilakukan pengecekan mengenai kesuburan lahan pertanian tersebut, akibatnya penggunaan pupuk kimia ke lahan pertanian tidak disesuaikan dengan kondisi lahan saat itu sehingga lahan pertanian mengalami degradasi akibat penggunaan bahan kimia yang berlebihan yang mengakibatkan lahan pertanian secara tidak langsung mengalami penurunan kesuburan

yang berdampak besar bagi para petani. Karena penggunaan pupuk kimia tidak diimbangi dengan penggunaan pupuk organik yang mampu memperbaiki struktur tanah dan mengembalikan kesuburan lahan pertanian.

2. Analisis Kebutuhan Sistem

a. Kebutuhan Antarmuka (*Interface*)

Kebutuhan-kebutuhan antarmuka untuk pembangunan aplikasi ini yaitu sebagai berikut:

- 1) Aplikasi yang dibangun akan mempunyai antarmuka yang *familiar* dan mudah digunakan bagi pengguna.
- 2) Aplikasi menampilkan informasi mengenai tingkat kesuburan tanah pada lahan pertanian dan merekomendasikan jumlah penggunaan pupuk anorganik.

b. Kebutuhan Data

Data yang diolah oleh sistem ini yaitu sebagai berikut:

- 1) Data yang diperoleh dari alat pendeteksi kesuburan tanah ETP 303 untuk mendeteksi kesuburan lahan pertanian.
- 2) Data jumlah penggunaan pupuk anorganik.

c. Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional merupakan penjelasan proses fungsi yang berupa penjelasan secara terinci setiap fungsi yang digunakan untuk menyelesaikan masalah.

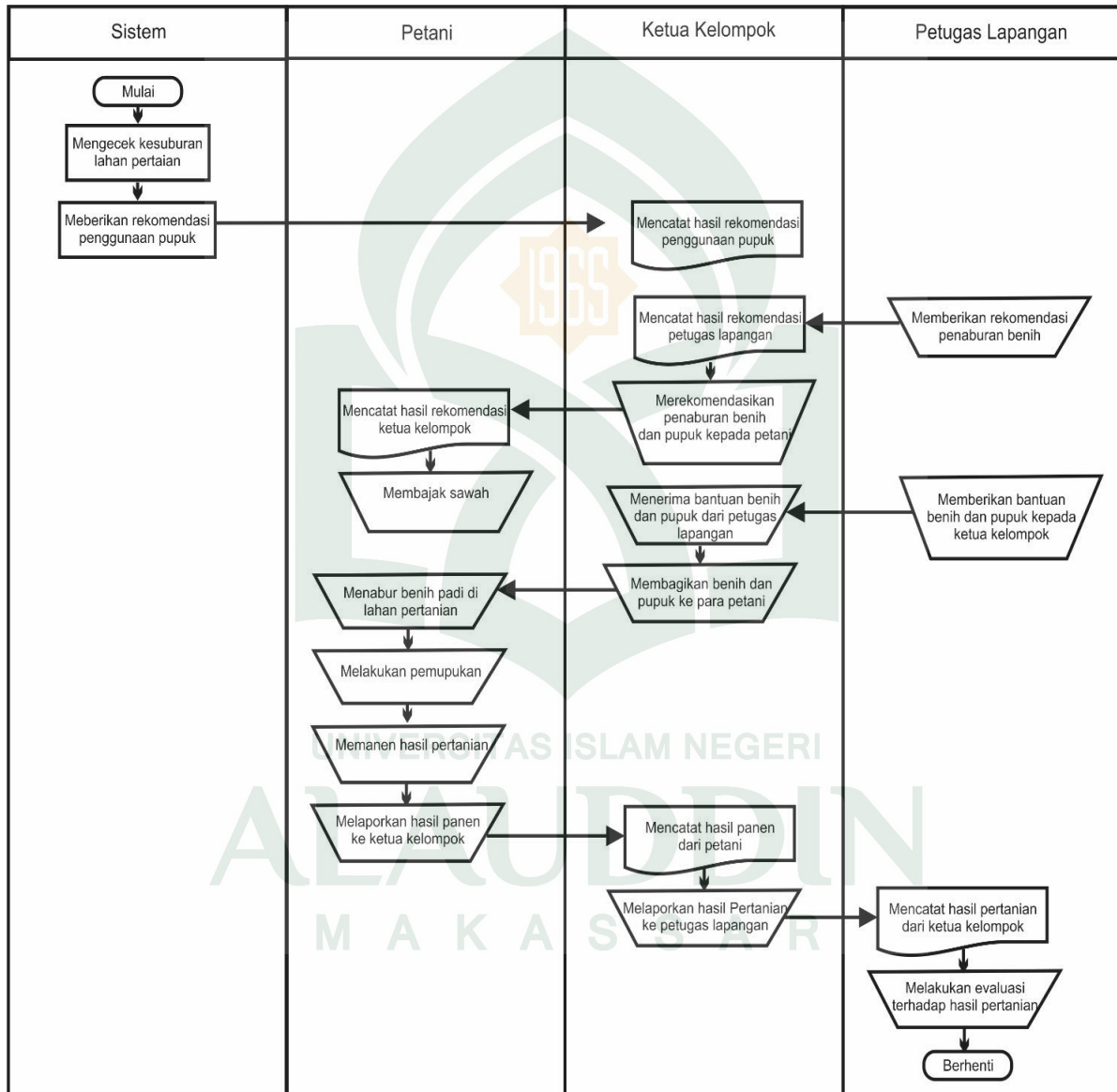
Fungsi-fungsi yang dimiliki oleh aplikasi ini adalah sebagai berikut:

- 1) Menampilkan informasi tingkat kesuburan tanah lahan pertanian.

2) Menampilkan jumlah penggunaan pupuk anorganik yang disarankan.

3. Flowmap Sistem yang Diusulkan

Analisis sistem yang diusulkan dapat dilihat pada gambar IV.2 di bawah ini.



Gambar IV.2 Flowmap Sistem yang Diusulkan

Keterangan Gambar:

Dari gambar *flowmap* diatas dijelaskan bahwa sebelum petani melakukan pembajakan sawah, ketua kelompok melakukan pengecekan kesuburan lahan pertanian kemudian mencatat rekomendasi penggunaan pupuk yang ditampilkan oleh aplikasi yang nantinya ketua kelompok menyampaikan kepada para petani. Kemudian petugas lapangan memberikan rekomendasi penaburan benih kepada ketua kelompok tani. Kemudian petugas lapangan memberikan bantuan kepada para petani melalui ketua kelompok. Ketua kelompok tani menerima bantuan benih padi dan pupuk selanjutnya diberikan kepada para petani.

Setelah menerima benih dan pupuk dari ketua kelompok para petani menabur benih ke lokasi yang telah digarap, setelah benih padi sudah mulai tumbuh para petani menabur pupuk berdasarkan hasil rekomendasi dari sistem pendeteksi kesuburan tanah melalui ketua kelompok tani, kemudian para petani melakukan pemanenan jika tanaman sudah siap panen, kemudian para petani melaporkan hasil pertaniannya ke ketua kelompok dan diteruskan ke petugas lapangan untuk dilakukan evaluasi.

Dari *flowmap* sistem yang diusulkan diatas terlihat jelas perbedaan dengan *flowmap* yang sedang berjalan karena pada *flowmap* yang diusulkan sebelum petani melakukan pembajakan sawah ketua kelompok melakukan pengecekan kesuburan tanah terlebih dahulu agar kandungan hara dalam tanah sesuai dengan hara yang dibutuhkan oleh tanaman padi, lain halnya dengan *flowmap* yang sedang berjalan yang tidak dilakukan pengecekan kondisi tanah terlebih dahulu.

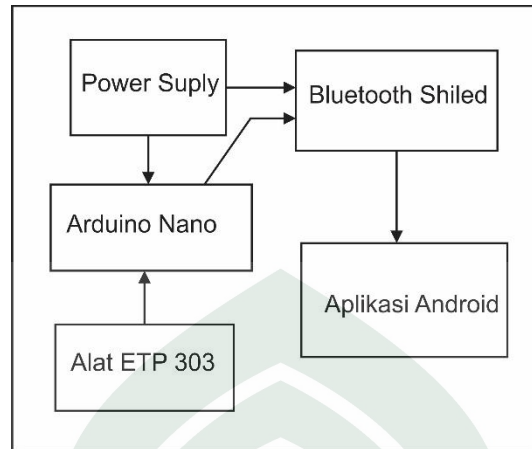
C. Perancangan Sistem

1. Perancangan Alat (Mikrokontroller)

a. Rancang Diagram Blok

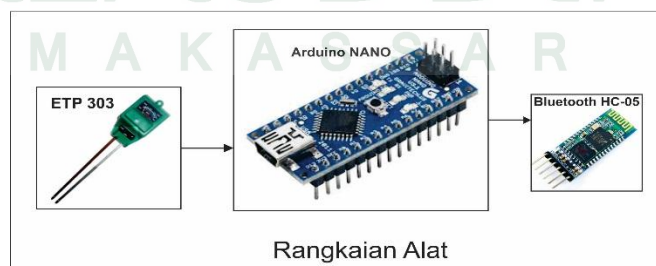
Untuk menjelaskan perancangan alat yang dilakukan dalam mewujudkan penelitian sistem pendeteksi kesuburan tanah untuk menentukan perbandingan penggunaan pupuk organik dan anorganik pada lahan pertanian menggunakan Arduino. Terlebih dulu secara umum digambarkan oleh *blok diagram* cara kerja yang ditunjukkan power suplay sebagai sumber daya dari semua komponen alat. Arduino Nano sebagai input/output yang akan mengolah data. Kemudian dari Alat pengukur kesuburan tanah mengirim data ke Arduino Nano kemudian data tersebut di proses oleh Arduino Nano agar data tersebut di teruskan ke *Smartphone* Android melalui jaringan *Bluetooth*. Data tesebut ditampilkan pada aplikasi Android dengan versi *minimum* versi 4.0 (ICS: *Ice Cream Sandwich*)

Adapun rancangan blok diagram sistem pendeteksi kesuburan tanah untuk menentukan perbandingan penggunaan pupuk organik dan anorganik pada lahan pertanian menggunakan Arduino yang akan di buat adalah sebagai berikut seperti pada gambar IV.3



Gambar IV.3 *Diagram Blok* Sistem Pendeteksi Kesuburan Tanah.

Adapun sumber daya utama yang digunakan adalah *power supply/adaptor*. Mikrokontroller yang digunakan adalah Arduino Nano. Arduino Nano ini yang akan mengolah data masukan dan memberikan keluaran. Perancangan alat (*mikrokontroller*) juga merupakan bagian penting dalam perancangan sistem ini, karena sistem ini menggunakan mikrokontroller sebagai penyedia data untuk di tampilkan ke aplikasi antarmuka (*interface*). Mikrokontroller pada sistem ini menggunakan Arduino Nano, *Bluetooth Shield* dan alat pendeteksi kesuburan tanah ETP 303. Adapun perancangan pada mikrokontrolernya sebagai berikut.



Gambar IV.4 Desain Alat

Keterangan Gambar:

Arduino Nano berfungsi sebagai mikrokontroler yang mengontrol alur kerja dari alat, dengan memasukkan perintah program ke dalam mikroprosesor. *Bluetooth HC-05* sebagai papan tambahan untuk Arduino agar dapat terhubung ke jaringan *Smartphone*. Alat pendeteksi kesuburan tanah ETP 303 berfungsi untuk mendeteksi tingkat kesuburan tanah pada lahan pertanian

b. Rangkaian *Power Supply*

Rangkaian ini merupakan rangkaian utama dalam sistem pendeteksi kesuburan tanah untuk menentukan perbandingan penggunaan pupuk organik dan anorganik pada lahan pertanian menggunakan Arduino NANO yang menghubungkan sumber daya dengan keseluruhan rangkaian. Sumber daya yang digunakan berasal dari baterai dengan tegangan *5 Volt*.

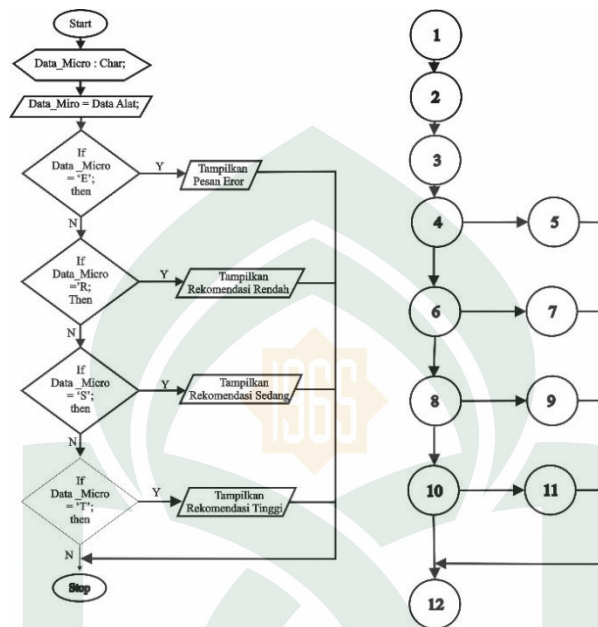
c. Rangkaian arduino

Arduino *board* berbasis *microcontroller*. Pada penelitian ini *board* arduino digunakan untuk pemrosesan data-data dari alat pendeteksi kesuburan tanah ETP 303, kemudian mengirim data ke *Bluetooth Shield*. Kemudian *Bluetooth Shield* mengirim data ke aplikasi Android.

d. *Flowchart (Alur Sistem)*

Flowchart atau *Bagan alir* adalah bagan (*chart*) yang menunjukkan alir (*flow*) di dalam program atau prosedur sistem secara logika. Bagan alir (*flowchart*) digunakan

terutama untuk alat bantu komunikasi dan untuk dokumentasi. Berikut adalah *flowchart* dari sistem:



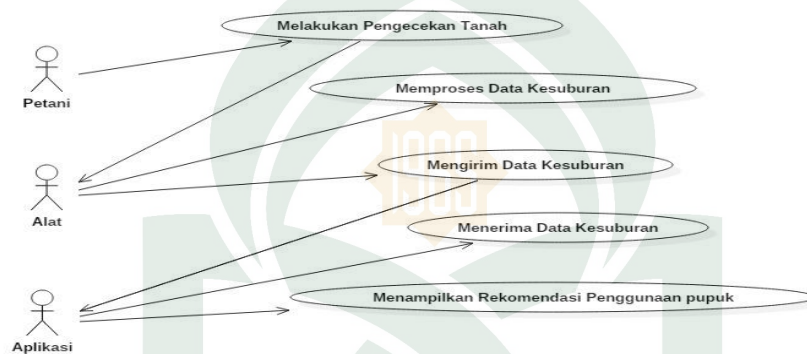
Gambar IV.5 *Flowchart* (Alur Sistem)

Pada perancangan *flowchart*, sistem ini akan menginput data dari Alat pendeteksi kesuburan tanah kedalam mikrokontroler Arduino secara otomatis. Kemudian akan terjadi proses pengiriman data dari mikrokontroler Arduino ke *Bluetooth Shield*. Setelah itu akan terjadi proses pengiriman data dari *Bluetooth shield* ke *Smartphone*, dan menampilkan informasi kesuburan tanah pada lahan pertanian dengan menggunakan aplikasi pada *smartphone* Android pada saat Aplikasi dijalankan.

2. Perancangan Aplikasi

a. Use Case Diagram

Use case diagram merupakan gambaran skenario dari interaksi antara pengguna dengan sistem. *Use case diagram* menggambarkan hubungan antara pengguna dan kegiatan yang dapat dilakukannya terhadap aplikasi.

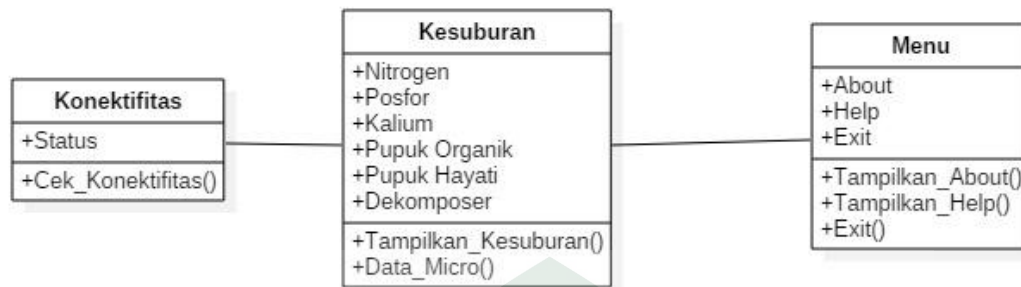


Gambar IV.6 Use Case Diagram

b. Class Diagram

Class Diagram memberikan pandangan secara luas dari suatu sistem dengan menunjukkan kelas-kelasnya dan hubungan mereka. *Class Diagram* bersifat statis. Seperti pada gambar di bawah ini :

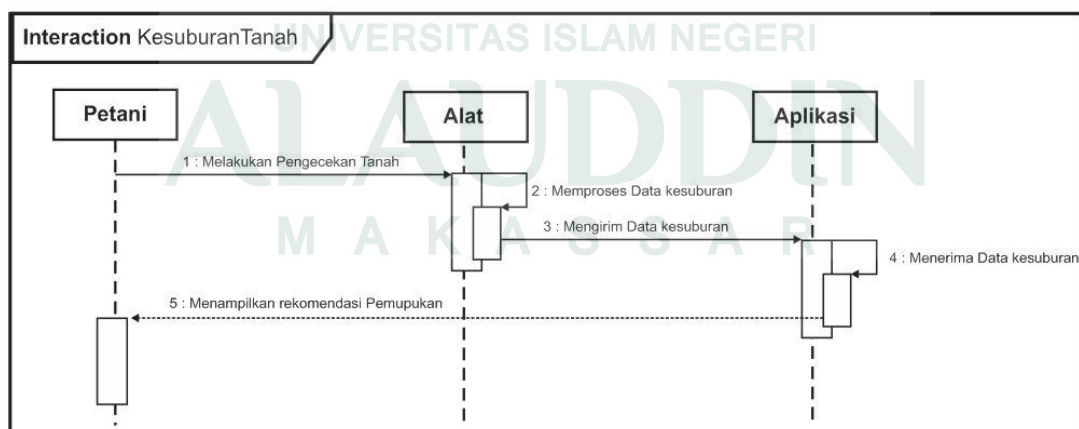
ALAUDDIN
MAKASSAR



Gambar IV.7 Class Diagram

c. Sequence Diagram

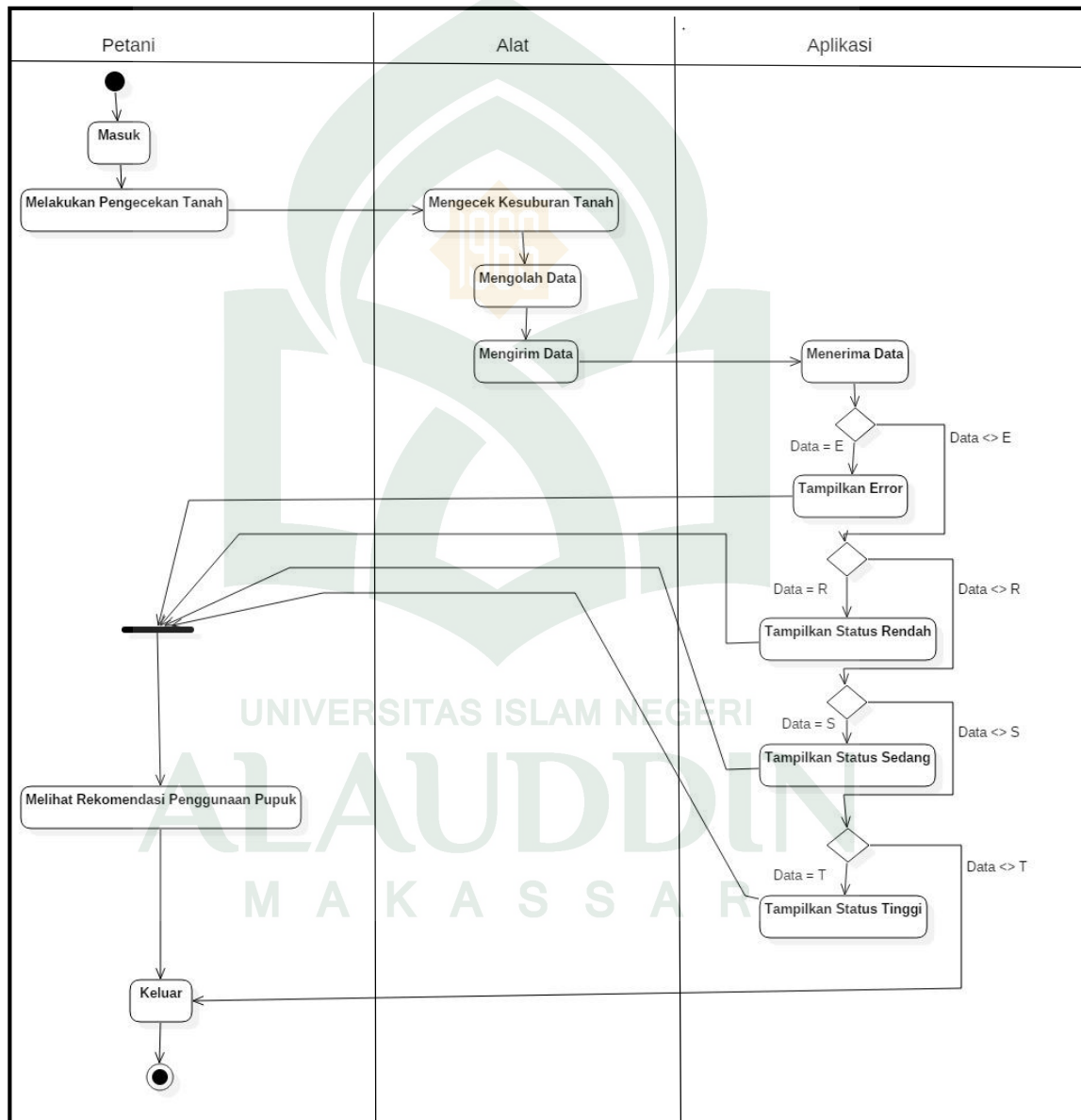
Diagram sequence merupakan salah satu diagram Interaction yang menjelaskan bagaimana suatu operasi itu dilakukan; *message* (pesan) apa yang dikirim dan kapan pelaksanaannya. Diagram ini diatur berdasarkan waktu. Obyek-obyek yang berkaitan dengan proses berjalannya operasi diurutkan dari kiri ke kanan berdasarkan waktu terjadinya dalam pesan yang terurut. Adapun perancangan *Sequence Diagram* seperti gambar di bawah ini.



Gambar IV.8 Sequence Diagram

d. Activity Diagram

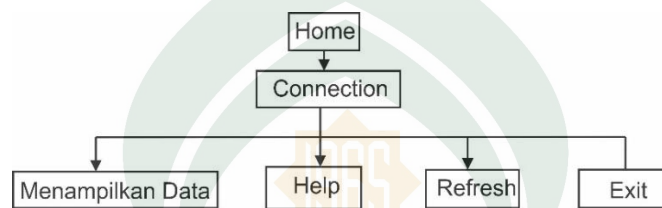
Activity berfokus pada aktifitas-aktifitas yang terjadi yang terkait dalam suatu proses tunggal. Jadi dengan kata lain, diagram ini menunjukkan bagaimana aktifitas-aktifitas tersebut bergantung satu sama lain. Seperti gambar di bawah ini :



Gambar IV.9 Activity Diagram

e. Struktur Navigasi

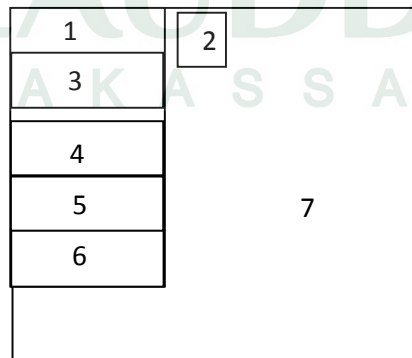
Aplikasi sistem pendeteksi kesuburan tanah untuk menentukan perbandingan penggunaan pupuk organik dan anorganik pada lahan pertanian menggunakan Arduino, di mana menu utama adalah pusat navigasi yang merupakan penghubung ke semua fitur pada aplikasi.



Gambar IV.10 Struktur Navigasi

Dari struktur navigasi ini, perpindahan antar fitur yang tersedia dapat dilakukan melalui menu.

Perancangan antarmuka (*interface*) merupakan bagian penting dalam perancangan aplikasi, karena berhubungan dengan tampilan dan interaksi pengguna dengan aplikasi. Adapun perancangan antarmuka pada aplikasi ini yaitu sebagai berikut:



Gambar IV.11 Desain Antarmuka Aplikasi

Keterangan Gambar:

1) *Layout*

Digunakan sebagai *tool box* yang berisi menu.

2) *Button Menu*

Digunakan untuk membuka sub menu.

3) *Image Button*

Digunakan untuk kembali ke menu utama/ awal

4) *Button*

Digunakan untuk membuka menu bantuan/ petunjuk penggunaan aplikasi

5) *Button*

Digunakan untuk membuka menu tentang/ tentang aplikasi

6) *Button*

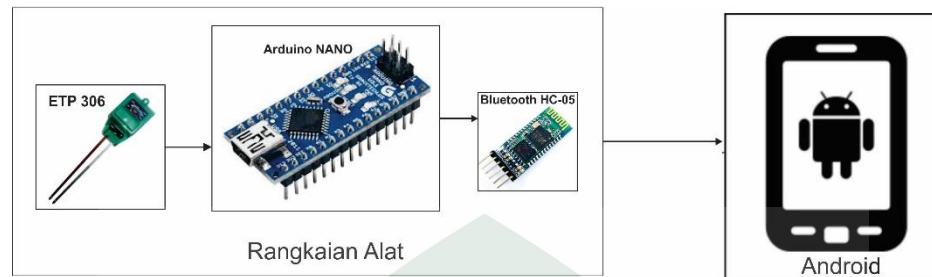
Digunakan untuk menu keluar/ keluar dari aplikasi

7) *Viewer*

Digunakan untuk menampilkan nilai kesuburan tanah dan menampilkan rekomendasi penggunaan pupuk anorganik.

3. *Perancangan Keseluruhan Sistem*

Perancangan keseluruhan sistem merupakan gambaran secara utuh tentang sistem yang akan dibuat. Adapun perancangan dari keseluruhan sistem sebagai berikut.



Gambar IV.12 Desain Keseluruhan Sistem

Keterangan Gambar:

Alat pada sistem ini akan mengirimkan data ke aplikasi Android, kemudian aplikasi android mengelola data yang diterima ketika aplikasi android dijalankan. *Smartphone* Android berfungsi untuk menjalankan aplikasi sebagai antarmuka sistem ini.

BAB V

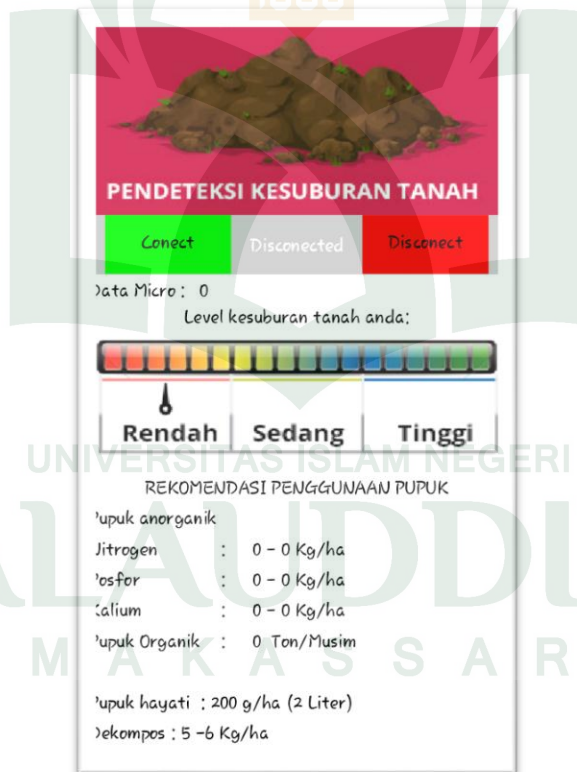
IMPLEMENTASI DAN ANALISIS HASIL

A. Implementasi

1. Interface Aplikasi

a. Antarmuka Sistem

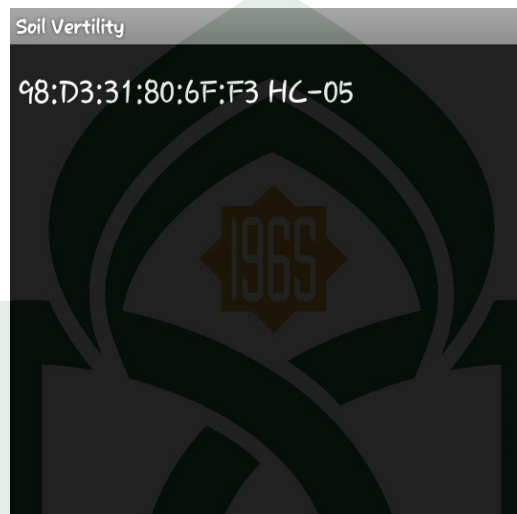
Antarmuka sistem menampilkan halaman utama dari aplikasi pendeteksi tingkat kesuburan tanah. Antarmuka sistem akan menampilkan status konektifitas dengan arduino.



Gambar V.1 Tampilan Antarmuka Sistem

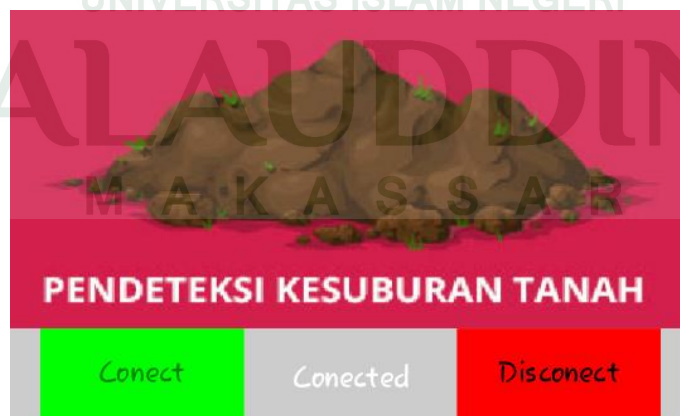
b. Antarmuka Konektifitas

Antarmuka konektifitas akan tampil ketika diklik tombol *Conect* maka akan menampilkan perangkat *Bluetooth* yang aktif dan menghubungkan perangkat *Bluetooth* dengan aplikasi kesuburan tanah ini.



Gambar V.2 Tampilan Konektifitas

Ketika alat pendeteksi kesuburan tanah ini telah terkoneksi dengan aplikasi maka indikator konektifitas akan seperti gambar dibawah ini.



Gambar V.3 Tampilan Indikator Koneksi

c. Antarmuka Rekomendasi Penggunaan Pupuk

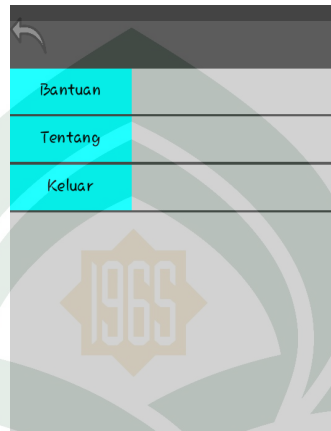
Antarmuka Rekomendasi Penggunaan Pupuk akan menampilkan rekomendasi penggunaan pupuk pada tanah yang diambil sampelnya. Rekomendasi tersebut berupa penggunaan pupuk organik, penggunaan pupuk anorganik, penggunaan pupuk hayati, penggunaan dekomposer (bakteri pengurai). Adapun tampilan dari hasil rekomendasi penggunaan pupuk seperti gambar berikut.



Gambar V.4 Antarmuka Rekomendasi Penggunaan Pupuk

d. Antarmuka Menu

Antarmuka menu menampilkan menu diantaranya bantuan, tentang, dan menu keluar ketika tombol menu ditekan di bagian kiri atas aplikasi.



Gambar V.5 Antarmuka Menu

e. Antarmuka Bantuan

Antarmuka bantuan menampilkan menu bantuan kepada pengguna aplikasi.



Konektifitas

Untuk menghubungkan alat pendeteksi kesuburan tanah dengan software ini maka :

- Aktifkan Alat Pendeteksi Kesuburan Tanah
- Aktifkan Bluetooth di Smartphone
- Sandingkan Bluetooth di Smartphone dengan Bluetooth Alat Pendeteksi Kesuburan

Info Lebih Lanjut Hub :

Iwank.teknik@gmail.com

Gambar V.6 Antarmuka Bantuan

f. Antarmuka Tentang

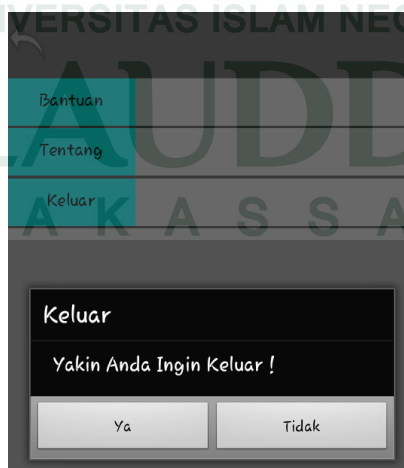
Antarmuka tentang menampilkan menu tentang aplikasi atau *software* pendeteksi kesuburan tanah ini.



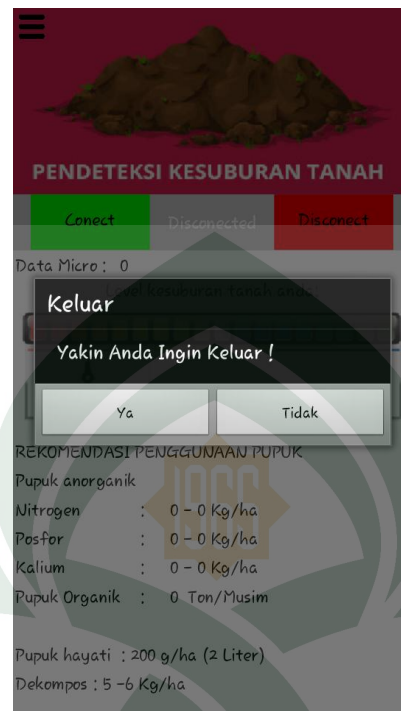
Gambar V.7 Antarmuka Tentang

g. Antarmuka Keluar di Menu

Antarmuka keluar menampilkan dialog *box* untuk memastikan apakah pengguna ingin keluar dari aplikasi atau tidak saat menekan menu keluar atau menekan *back press* pada aplikasi.



Gambar V.8 Antarmuka Keluar di Menu



Gambar V.9 Antarmuka Keluar di Menu Utama

2. Rangkaian Alat

Alat pendeteksi kesuburan tanah ini mendeteksi kesuburan tanah dengan menggunakan *probe* dari ETP303. *Probe* alat ETP303 di letakkan diluar dari *casing* agar dapat mempermudah pada saat melakukan pendeteksian sampel tanah. Alat ETP303 ini dihubungkan dengan Arduino Nano yang nantinya data dari alat ini dikirim melalui *Bluetooth HC-05*. *Bluetooth HC-05* diletakkan di dalam *casing* yang akan mengirim data ke aplikasi Android. Adapun rangkaian alat sebagai berikut:



Gambar V.10 Alat dengan *Casing*



Gambar V.11 Alat dengan *Casing* Terbuka

B. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem merupakan proses pengekseskuan sistem perangkat lunak untuk menentukan apakah sistem tersebut cocok dengan spesifikasi sistem dan berjalan di seperti yang diinginkan. Pengujian sistem sering diasosiasikan dengan pencarian bug, ketidaksempurnaan program, kesalahan pada program yang menyebabkan kegagalan pada eksekusi sistem perangkat lunak.

Pengujian dilakukan dengan menguji setiap proses dan kemungkinan kesalahan yang terjadi untuk setiap proses. Adapun pengujian sistem yang digunakan adalah *Black box*. Adapun pengujian sistem yang digunakan pada tugas akhir ini adalah *BlackBox*. *BlackBox testing* yaitu menguji perangkat lunak dari segi spesifikasi fungsional tanpa menguji desain dan kode program. Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui apakah fungsi-fungsi, masukan, dan keluaran dari perangkat lunak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan. (Rosa, dan Shalahuddin, 2011).

1. Prosedur Pengujian

Persiapan yang dilakukan dalam melakukan pengujian adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan sebuah *smartphone* dengan sistem operasi Android.
- b. Menginstall aplikasi Pemantau curah hujan dan tinggi genangan air pada jalan.
- c. Melakukan proses pengujian.
- d. Mencatat hasil pengujian.

2. Hasil Pengujian

a. Pengujian *White Box*

Pengujian sistem merupakan tahap sebelum terakhir dalam pembangunan sistem. Pada tahap ini, sistem akan diuji coba baik itu dari segi logika dan fungsi-fungsi agar layak untuk diimplementasikan. Adapun teknik pengujian sistem yang digunakan yaitu *white box* dengan menggunakan metode *Cyclomatic Complexity* (CC).

Dalam menguji suatu sistem, bagan alir program (*flowchart*) yang didesain sebelumnya dipetakan ke dalam bentuk bagan alir control (*flowgraph*). Hal ini memudahkan untuk penentuan jumlah region, *Cyclomatic Complexity* (CC) dan *independent path*. Jika jumlah region, *Cyclomatic Complexity* (CC) dan *independent path* sama besar maka sistem dinyatakan benar, tetapi jika sebaliknya maka sistem masih memiliki kesalahan, mungkin dari segi logika maupun dari sisi lainnya.

Cyclomatic Complexity (CC) dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$V(G) = E - N + 2$$

Dimana:

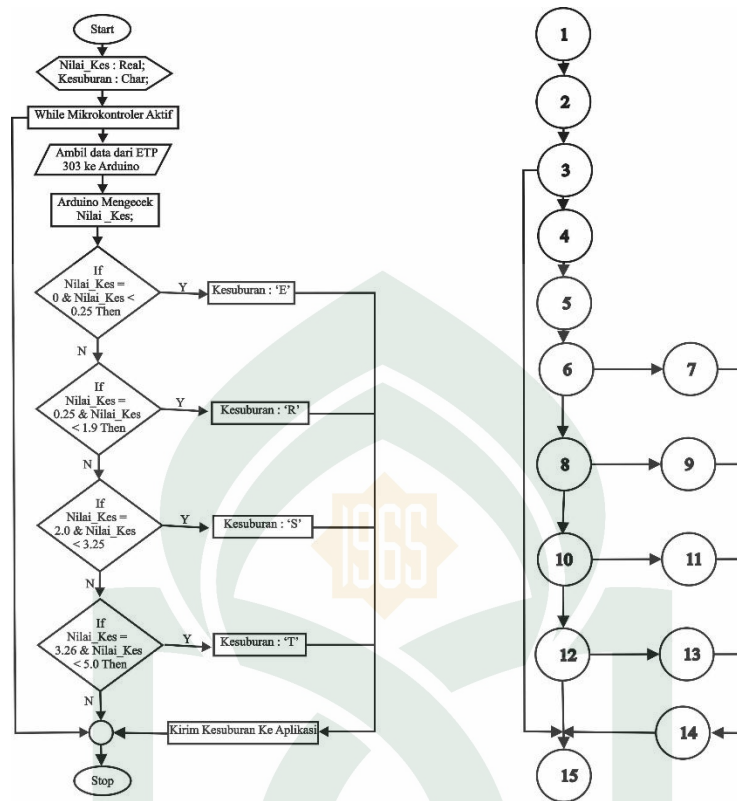
E = jumlah *edge* pada *flowgraph*

N = Jumlah *node* pada *flowgraph*

Rumusan pemetaan *flowchart* ke dalam *flowgraph* dan proses perhitungan $V(G)$ terhadap perangkat lunak dan alat dapat dilihat pada penjelasan berikut:

1) Pengujian Alat

Pengujian alat digunakan untuk mengecek apakah alur program dari alat sesuai dengan yang diharapkan. Berikut pengujian alat dengan menggunakan pengujian *White Box*:



Gambar V.12 Flowchart dan Flowgraph Alat Kesuburan Tanah

Diketahui :

$$E = 19 \quad N = 15 \quad R = 6$$

Penyelesaian :

$$CC = (E - N) + 2$$

$$CC = (19 - 15) + 2 = 6$$

Independent Path :

Path 1 : 1,2,3,15

Path 2 : 1,2,3,4,5,6,8,10,12,15

Path 3 : 1,2,3,4,5,6,7,14,15

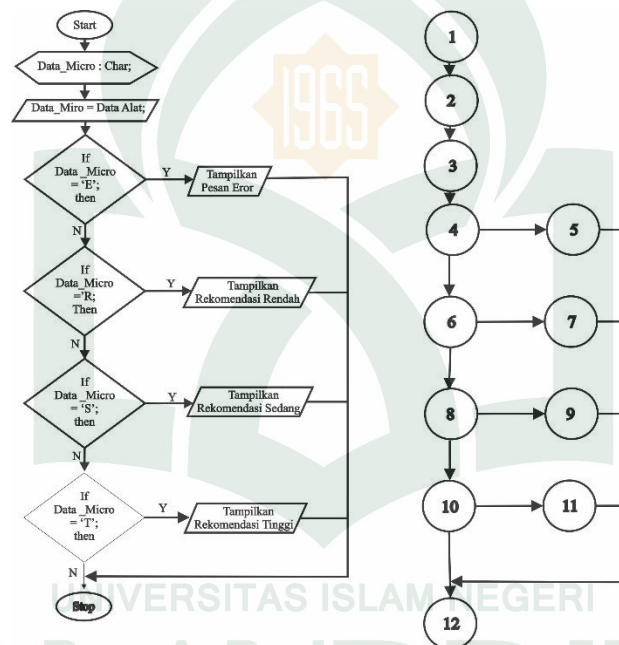
Path 4 : 1,2,3,4,5,6,8,9,14,15

Path 5 : 1,2,3,4,5,6,8,10,11,14,15

Path 6 : 1,2,3,4,5,6,8,10,12,13,14,15

2) Pengujian Aplikasi

pengujian aplikasi digunakan untuk mengecek apakah program pada aplikasi berjalan dengan baik.



Gambar V. 13 Flowchart dan Flowgraph Aplikasi

Diketahui :

$E = 15$ $N = 12$ $R = 5$

Penyelesaian :

$CC = (15-12) + 2 = 5$

Independent Path :

Path 1 : 1,2,3,4,6,8,10,12

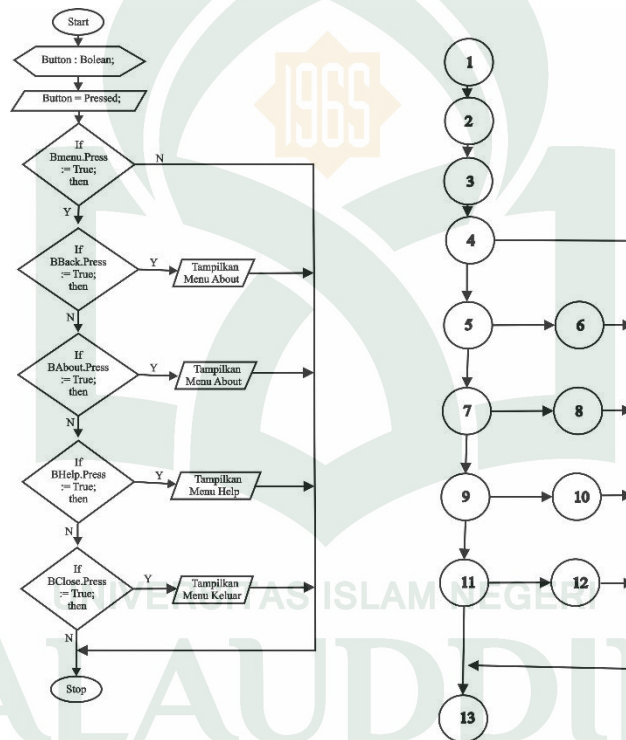
Path 2 : 1,2,3,4,5,12

Path 3 : 1,2,3,4,6,7,12

Path 4 : 1,2,3,4,6,8,9,12

Path 5 : 1,2,3,4,6,8,10,11,12

3) Menu



Gambar V.14 Flowchart dan Flowgraph Menu

Diketahui :

$E = 17$ $N = 13$ $R = 6$

Penyelesaian :

$$CC = (17-13) + 2 = 6$$

Independent Path :

Path 1 : 1,2,3,4,13

Path 2 : 1,2,3,4,5,7,9,11,13

Path 3 : 1,2,3,4,5,6,13

Path 4 : 1,2,3,4,5,7,8,13

Path 5 : 1,2,3,4,5,7,9,10,13

Path 6 : 1,2,3,4,5,7,9,11,12,13

Dari hasil perhitungan region, *Cyclomatic Complexity* (CC) dan *indenpendent path* diatas, maka dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian sistem dengan menggunakan *white box* dengan menggunakan metode *Cyclomatic Complexity* (CC) telah benar dan tidak memiliki kesalahan baik dari segi logika maupun fungsi dan layak untuk diimplementasikan.

b. Pengujian Alat

Tabel pengujian alat digunakan untuk mengecek apakah alat dapat terkoneksi ke jaringan *Bluetooth* dan dapat mengirim data ke aplikasi android dan menerima data dari alat ETP303. Berikut table pengujian alat:

Tabel V.1 Pengujian Alat

NO	Pengujian	Yang Diharapkan	Pengamatan	Hasil
1	Data dari sensor	Alat dapat membaca data dari sensor	Alat dapat menerima data dari sensor	[√] Diterima [] Ditolak
2	Jaringan <i>Bluetooth</i>	Alat dapat terkoneksi dengan jaringan <i>Bluetooth</i>	Alat dapat terkoneksi ke <i>Bluetooth</i>	[√] Diterima [] Ditolak

3	Mengirim ke aplikasi	Alat dapat mengirim data ke aplikasi android	Alat mengirim data ke aplikasi android dengan jaringan <i>Bluetooth</i>	[√] Diterima [] Ditolak
---	----------------------	----------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------	-----------------------------

c. Pengujian *Black Box*

1) Pengujian Aplikasi

Tabel pengujian aplikasi digunakan untuk mengecek apakah aplikasi berjalan dengan baik, dan dapat menerima data yang dikirim melalui jaringan *Bluetooth*.

Berikut tabel pengujian aplikasi:

Tabel V.2 Pengujian Aplikasi

NO	Pengujian	Yang Diharapkan	Pengamatan	Hasil
1	Hasil rekomendasi penggunaan pupuk anorganik	Aplikasi dapat menampilkan rekomendasi jumlah penggunaan pupuk	Aplikasi dapat menampilkan rekomendasi penggunaan pupuk	[√] Diterima [] Ditolak

2) Pengujian Sistem

Tabel pengujian sistem digunakan untuk mengecek apakah sistem dapat berjalan dengan baik, dan dapat mengirim dan menerima data dari *database mysql webserver* dengan menggunakan jaringan internet. Berikut tabel pengujian sistem:

Tabel V.3 Pengujian Sistem

NO	Pengujian	Yang Diharapkan	Pengamatan	Hasil
1	Dari dari Alat ETP303	Alat dapat menerima data dari Alat pendeteksi kesuburan Tanah	Alat dapat menerima data dari sensor	[√] Diterima [] Ditolak

2	Jarak <1 M	Alat dapat mengirim data	Alat dapat mengirim data	[√] Diterima [] Ditolak
3	Jarak 10 M	Alat dapat mengirim data	Alat dapat mengirim data	[√] Diterima [] Ditolak
4	Jarak 20 M	Alat dapat mengirim data	Alat dapat mengirim data	[√] Diterima [] Ditolak
5	Jarak >20 M	Alat dapat mengirim data	Alat dapat mengirim data	[] Diterima [√] Ditolak
6	Rekomendasi pemupukan	Sistem dapat menampilkan hasil rekomendasi penggunaan pupuk organik dan anorganik berdasarkan data dari alat pendeteksi kesuburan tanah	Aplikasi dapat menampilkan rekomendasi penggunaan pupuk	[√] Diterima [] Ditolak

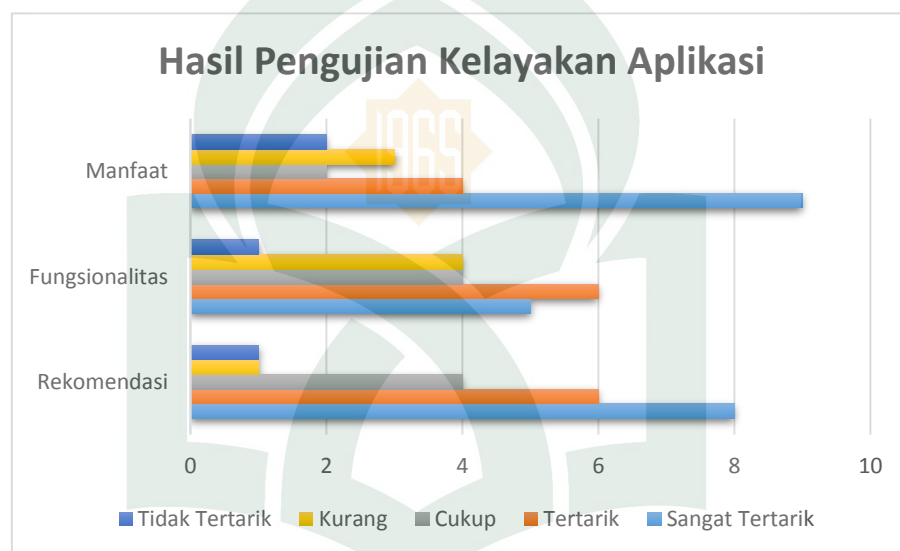
d. Pengujian Kelayakan Sistem

Pengujian kelayakan sistem digunakan untuk mengetahui respon pengguna terhadap aplikasi yang dibangun. Pengujian ini dilakukan dengan metode kuisioner (angket). Teknik kuisioner digunakan untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan dari sejumlah pertanyaan secara tertulis yang diajukan kepada responden yang mendapat bimbingan maupun petunjuk dari peneliti.

Adapun indikator yang menjadi penilaian dalam pengujian ini yakni sebagai berikut:

1. Ketertarikan pengguna terhadap aplikasi
2. Kemanfaatan aplikasi
3. Fungsionalitas aplikasi
4. Rekomendasi pengguna

Instrument yang digunakan dalam penelitian ini berupa angket dengan mengajukan sejumlah pertanyaan kepada responden dengan berpedoman pada indikator yang telah ditetapkan. Menggunakan skala ordinal pada item-item pertanyaan, dimana setiap alternatif jawaban mengandung perbedaan nilai. Berikut ini adalah hasil kuisioner yang dibagikan kepada 30 responden dengan 10 pertanyaan.



Gambar V.15 Diagram Pengujian Kelayakan Aplikasi

Berdasarkan diagram diatas dapat ditarik pernyataan bahwa dari segi kemanfaatan, 45% responden menyatakan sangat tertarik dengan sistem pendeteksi kesuburan tanah, 20% menyatakan tertarik, 10% menyatakan cukup tertarik, 15% menyatakan kurang tertarik, dan 10% menyatakan tidak tertarik. Sementara untuk fungsionalitas sistem, 25% responden menyatakan sistem ini berfungsi dengan baik, 30% menyatakan baik, dan 20% menyatakan cukup baik,. Responden

merekomendasikan sistem pendeteksi kesuburan tanah dengan 40% menyatakan sangat merekomendasikan, dan 30% merekomendasikan.



BAB VI

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari pembahasan yang telah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan bahwa tujuan penelitian ini sudah tercapai, yaitu merancang dan membuat sistem pendeteksi kesuburan tanah untuk menentukan perbandingan penggunaan pupuk organik dan anorganik pada lahan pertanian menggunakan Arduino, sehingga para petani dapat mengetahui tingkat kesuburan lahan pertaniannya tersebut agar dapat menentukan jumlah pemberian pupuk organik dan anorganik. Hal ini dibuktikan berdasarkan hasil pengujian *white box* dan *Black box*. Kemudian diperkuat oleh hasil penyebaran kuisioner ke user target yang dalam hal ini adalah para petani.

Adapun hasil pengujian aplikasi secara *white box* yaitu alur atau logika program dari aplikasi sudah sesuai dengan yang diharapkan, pengujian *black box*, yang hasilnya aplikasi dapat menampilkan rekomendasi penggunaan pupuk sesuai dengan data yang diterima dari alat pendeteksi kesuburan tanah. Berdasarkan hasil kuisioner ke *user* target hasilnya sangat memuaskan karena pengguna merekomendasikan agar sistem ini dapat diterbitkan sehingga dapat digunakan oleh para petani.

B. Saran

Sistem pendeteksi kesuburan tanah pada lahan pertanian ini masih jauh dari kesempurnaan. Adapun saran untuk pengguna sistem.

1. Untuk menggunakan sistem ini pengguna harus berada pada jarak yang dekat dengan alat pendeteksi, karena aplikasi ini menggunakan jaringan *Bluetooth* untuk mengirim data.

2. Untuk menciptakan sebuah aplikasi dan sistem yang baik tentu perlu dilakukan pengembangan baik dari sisi manfaat maupun dari sisi kerja sistem, berikut beberapa saran bagi yang ingin mengembangkan aplikasi yang mungkin dapat menambah nilai dari aplikasi nantinya :
- a. Untuk mengembangkan sistem ini agar lebih akurat dalam pembacaan kesuburan maka dibutuhkan alat pendeteksi yang berkualitas.
 - b. Media transfer sekarang digunakan yaitu *Bluetooth* untuk kedepannya media transfernya gunakan media transfer yang lebih cepat.
 - c. Sistem pendeteksian sekarang dilakukan berdasarkan *Electric Conductivity* (Konduktifitas Listrik) untuk selanjutnya pendeteksian kesuburan berdasarkan unsur unsur hara dalam tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiningsih, S. dkk. “*Evaluasi Keperluan Fosfat pada Lahan Intensifikasi di Jawa*”. Proseding Lokakarya Nasional Efisiensi Penggunaan Pupuk. Pusat Penelitian Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian, 1989.
- Al-Jabri, M. *Peningkatan Produksi Tanaman Pangan dengan Pembenah Tanah Zeolit*, 2009.
- Al-Sheikh, Abdullah bin Muhammad bin Abdurahman bin Ishaq. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 3*. Cet. II; Bogor: Pustaka Imam Syafi’i. 2003.
- Al-Sheikh, Abdullah bin Muhammad bin Abdurahman bin Ishaq. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 3*. Cet. I; Bogor: Pustaka Imam Syafi’i. 2004.
- Altieri, Miguel A. *Agroecology: Principles and Strategies for Developing Sustainable Farming System*. University of California, 2000.
- Angga, Rida. *Rangkaian Power Suply Sederhana*. 2015. <http://skemaku.com/rangkaian-power-supply-sederhana/> (26 Mei 2016)
- Arifianto, Teguh. *Membuat Interface Aplikasi Android Lebih Keren dengan LWUIT*. Yogyakarta : Andi, 2011.
- Departemen Agama Republik Indonesia. *Al-Qur'an Terjemahan*, Jakarta : PT. Syamil Cipta Media, 2006.
- Djuandi, Feri. *Pengenalan Arduino*. 2011. <http://www.tobuku.com/docs/Arduino-Pengenalan.pdf> (02 November 2015).
- Foth, HD dan Ellis BG. *Soil fertility*. 2nd Ed. Boca Raton: CRC Press, 1997.

- Havlin, J. et al. *Soil Fertility and Fertilizers, An Introduction to Nutrient Management*. 7th ed. Pearson Education, Inc. New Jersey, 2005.
- Hermawan, Stephanus. *Mudah Membuat Aplikasi Android*. Yogyakarta : Andi, 2011.
- Jogiyanto, HM. *Sistem Teknologi Informasi*, Yogyakarta: Andi, 2001.
- Juliardi, I. "Evaluasi Tingkat Kesuburan Tanah dan Laju Pertumbuhan Padi pada Pemupukan Jangka Panjang". *Laporan Intern*. Sukamandi: Balittan, 1995.
- Kasno, A. Nurjaya, dan D. Setyorini. *Status C-organik lahan sawah di Indonesia*. Kongres Himpunan Ilmu Tanah Indonesia (HITI) di Universitas Andalas, Padang, 2003.
- Kristanto, Andri. *Rekayasa Perangkat Lunak*. Yogyakarta : Gava Media, 2004.
- Kyuma, K. *Paddy Soil Science*. Kyoto University Press and Trans Pacific Press, 2004.
- Leiwakabessy, F. M. dan A. Sutandi. *Pupuk dan Pemupukan*. Diktat Kuliah. Departemen Tanah. Fakultas Pertanian. IPB, Bogor, 2004.
- Lestari, T. "Dampak Konversi Lahan Pertanian Bagi Taraf Hidup Petani". Makalah Kolokium pada Deprtemen Sains Komunikasi dan Pengembangan Masyarakat di Institut Pertanian Bogor, Bogor, 21 April 2009.
- Murbandono, L. *Membuat Kompos*. Jakarta: Penebar Swadaya, 2009.
- Prasetyo, B.H. S. Adiningsih, K. Subagtono, dan Simanungkalit. *Mineralogi, Kimia, Fisika dan Biologi Tanah Sawah*. Buku : Tanah Sawah, 2004
- Pressman, Roger S. *Rekayasa Perangkat Lunak: Pendekatan Praktis (Buku I)*. diterjemahkan oleh: LN Harnaningrum, ED. II Yogyakarta: Andi, 2004

- Pressman, Roger S. *Software Engineering A Practitioner's Approach*. 5th ed. McGraw-Hill Companies, Inc, New York. 2001.
- Quthb, Sayyid Fi Zilalil Qur'an Jilid 7, Terj. As'ad Yasin, et.al., Gema Insani Press, Jakarta, 2010
- Salbino, Sherief. *Buku Pintar Gadget Android untuk Pemula*. Jakarta: Kunci Komunikasi, 2014.
- Setyamidjaja, D. *Pupuk dan Pemupukan*. Jakarta : CV. Simplek, 1986.
- Setyorini, D. A. Dariah dan E. Husen. Policy Brief : *Manfaat, Prospektif, Arah dan Strategi Pengembangan Pupuk Indonesia untuk Mendukung Produktivitas Lahan Sawah*. Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian, 2008.
- Sofyan, A., M. Sedyarso, Nurjaya, dan J. Suryono. *Laporan akhir penelitian status hara P dan K lahan sawah sebagai dasar penggunaan pupuk yang efisien pada tanaman pangan*. Bag. Proyek Sumber daya Lahan dan Agroklimat. Puslittanak, Bogor, 2000.
- Sutarbi. *Analisa Sistem Informasi*. Yogyakarta: Andi, 2004.
- Syekhfani. *Konduktivitas Listrik (EC)*. Bahan Ajar. Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang, 2014
- Umar, Husein. *Riset Pemasaran dan Prilaku Konsumen*. Jakarta: PT. Gramedia Pusaka Utama, 2006.
- Wahyudi dan Subandu. *Sistem Informasi Manajemen*. Yogyakarta : Gajah mada University Press, 1996.
- Yakub. *Pengantar Sistem Informasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2012.

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Iwan. Lahir di Bulukumba Sulawesi Selatan pada Tanggal 09 Mei 1993. Memulai jenjang pendidikan di MIN Bacari (1999-2005). Kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 3 Bulukumba (2005-2008), dan SMA Negeri 1 Bulukumba (2008-20011). Untuk meraih gelar sarjana Strata Satu (S1), penulis melanjutkan pendidikannya di Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar Fakultas Sains dan Teknologi Jurusan Teknik Informatika. Selain aktif sebagai mahasiswa, penulis juga pernah aktif di *study club* Jurusan Teknik Informatika Exomatik UIN Alauddin Makassar. Untuk saran dan kritik dari pembaca, penulis mengharapkan untuk dikirim via email : iwank.teknik@gmail.com.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
MAKASSAR